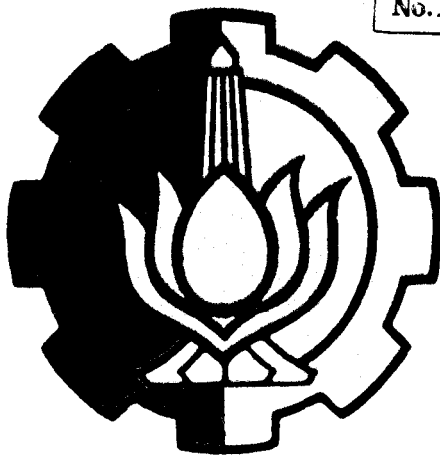


3100096007339

# STUDI PENGKAJIAN PAKET PROGRAM SONNET UNTUK OPTIMASI JARINGAN

|                     |             |
|---------------------|-------------|
| PERPUSTAKAAN<br>ITS |             |
| Tgl. Terima         | 29 APR 1994 |
| Terima Dari         | TA          |
| No. Agenda Prp.     | 2012 / B    |



RSE  
629 3851  
Aja  
S-1  
1994

OLEH:

AJAR PURNAWAN H

NRP. 2882200955

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
1994

# **STUDI PENGKAJIAN PAKET PROGRAM SONNET UNTUK OPTIMASI JARINGAN**

## **TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro  
Pada**

**Bidang Studi Teknik Telekomunikasi**

**Jurusan Teknik Elektro**

**Fakultas Teknologi Industri**

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**S u r a b a y a**

**Mengetahui / Menyetujui**

**Dosen Pembimbing,**



**DR. Ir. M. SALEHUDIN, M.Eng.Sc**

**SURABAYA**

**Pebruari, 1994**

## ABSTRAK

---

Sejalan dengan perkembangan kawasan perkotaan yang sangat pesat, kebutuhan akan layanan telekomunikasi akan semakin meningkat, khususnya hubungan telepon. Pemakaian sarana telepon ini hampir meliputi semua bidang kegiatan baik bisnis, dinas, maupun rumah tangga, sehingga dituntut keandalan pelayanan yang tinggi.

Kondisi ini mengharuskan menambah sentral baru dalam jaringan yang telah ada. Tetapi dengan adanya sentral baru itu mengakibatkan perubahan pada sistem yang telah ada, sehingga perhitungan baru perlu dilakukan agar trunk benar-benar optimal. Untuk mendapatkan jumlah trunk yang optimal perlu dilakukan perhitungan dengan iterasi yang berulang-ulang, sehingga program komputer akan sangat membantu. Salah satunya adalah Sonnet yang dikembangkan oleh Nepostel dari Belanda. Dalam tugas akhir ini akan dikaji paket program Sonnet untuk optimasi jaringan. Studi dimulai dari cara menentukan trafik mendatang sampai dengan cara menentukan jumlah trunk yang optimal.

Metodologi yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah studi literatur tentang teori jaringan secara global dan cara-cara yang dipergunakan untuk mendapatkan jumlah trunk yang optimal dalam suatu jaringan.

Untuk contoh disertakan juga perencanaan MEA Surabaya tahun 2000 dimana dapat kita ketahui bahwa alternative routing merupakan salah satu cara mendapatkan jumlah trunk yang optimal. Dengan memasukkan data yang ada didapat jumlah trunk yang optimal untuk MEA Surabaya yaitu sebanyak 16110 buah trunk

## KATA PENGANTAR

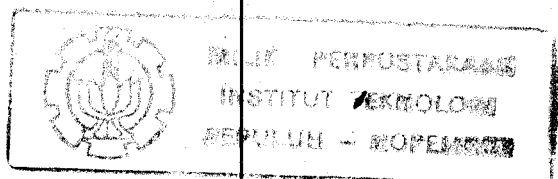
Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah S.W.T., yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul :

### STUDI PENGKAJIAN PAKET PROGRAM SONNET UNTUK OPTIMASI JARINGAN

Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana teknik pada Bidang Studi Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri - Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Semoga buku tugas akhir yang masih jauh dari sempurna ini, bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan.

Penulis



## UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam selesainya penyusunan Tugas Akhir ini, penulis sampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak DR. IR. M. Salehudin, M.Eng.Sc, selaku dosen pembimbing, dosen wali dan Ketua Jurusan Teknik Elektro FTI-ITS.
2. Bapak IR. M. Aries Purnomo, selaku Koordinator Bidang Studi Teknik Telekomunikasi.
3. Bapak dan Ibu, serta kakak dan adik-adik terkasih, yang telah memberikan dorongan moral, semangat dan kasih sayang yang tak ternilai.
4. Para karyawan serta rekan-rekan khususnya di Bidang Studi Teknik telekomunikasi, yang memberikan bantuan dan dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga Allah Yang Maha Pengasih membalas budi baik yang telah diberikan.

## DAFTAR ISI

| BAB   | HALAMAN |
|---|---------|
| J U D U L .....                                   | i       |
| HALAMAN PENGESAHAN .....                          | ii      |
| ABSTRAK .....                                     | iii     |
| KATA PENGANTAR .....                              | iv      |
| UCAPAN TERIMA KASIH .....                         | v       |
| DAFTAR ISI .....                                  | vi      |
| DAFTAR GAMBAR .....                               | x       |
| <br>BAB I    PENDAHULUAN .....                    | <br>1   |
| I.1    LATAR BELAKANG .....                       | 1       |
| I.2    PERMASALAHAN .....                         | 2       |
| I.3    PEMBATAAN MASALAH .....                    | 3       |
| I.4    TUJUAN .....                               | 3       |
| I.5    METODOLOGI .....                           | 3       |
| I.6    SISTEMATIKA .....                          | 4       |
| <br>BAB II    TEORI JARINGAN TELEKOMUNIKASI ..... | <br>5   |
| II.1    PENGANTAR .....                           | 5       |
| II.2    JARINGAN TELEPON .....                    | 5       |
| II.2.1    JENIS-JENIS JARINGAN .....              | 6       |
| II.2.2    STRUKTUR JARINGAN .....                 | 9       |
| II.2.2.1    JARINGAN STAR .....                   | 9       |

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| II.2.2.2    | JARINGAN MESH                                      | 10 |
| II.2.2.3    | KOMBINASI JARINGAN STAR DAN MESH                   | 10 |
| II.2.3      | TINGKATAN JARINGAN                                 | 11 |
| II.2.3.1    | JARINGAN HIRARKIS                                  | 12 |
| II.2.3.2    | JARINGAN SIMETRIS                                  | 14 |
| II.3        | KONSEP PERENCANAAN ROUTING                         | 15 |
| II.3.1      | KLASIFIKASI RUTE KELOMPOK SIRKIT                   | 16 |
| II.3.2      | ALTERNATIVE ROUTING                                | 18 |
| II.3.2.1    | URUTAN FAR-TO-NEAR                                 | 18 |
| II.3.2.2    | SINGLE-STAGE ALTERNATIVE ROUTING                   | 20 |
| II.3.2.3    | MULTI-STAGE ALTERNATIVE ROUTING                    | 21 |
| II.3.3      | JARINGAN LOKAL                                     | 22 |
| II.3.3.1    | PRINSIP ROUTING PADA JARINGAN LOKAL                | 24 |
| II.3.3.2    | STRUKTUR ROUTING                                   | 27 |
| II.3.3.3    | DYNAMIC NON-HIERARCHICAL ROUTING                   | 29 |
| <br>BAB III | <br>PEMBAHASAN PAKET PROGRAM SONNET UNTUK OPTIMASI |    |
|             | JARINGAN   | 31 |
| III.1       | U M U M  | 31 |
| III.2       | DATA MASUKAN                                       | 32 |
| III.3       | DATA KELUARAN                                      | 32 |
| III.4       | SONNET MODEL                                       | 32 |
| III.4.1     | SWITCHING MODEL                                    | 31 |
| III.4.2     | TRAFIK MODEL                                       | 35 |

|               |  |           |
|---------------|--|-----------|
| III.4.2.1     | PREDIKSI TRAFIK DENGAN GRAVITY METHOD ..                             | 35        |
| III.4.2.2     | PREDIKSI TRAFIK DENGAN KRUIHOF METHOD .                              | 37        |
| III.4.2.3     | DIAGRAM ALIR .....   | 42        |
| III.5         | SONNET OPTIMIZER .....   | 42        |
| III.5.1       | MENENTUKAN JUMLAH TRUNK OPTIMAL PADA LINTASAN<br>UTAMA .....         | 43        |
| III.5.2       | DIAGRAM ALIR OPTIMASI JARINGAN PADA SONNET .                         | 48        |
| III.6         | SONNET REPORT .....  | 49        |
| <b>BAB IV</b> | <b>ANALISIS UNJUK KERJA SONNET .....</b>                             | <b>55</b> |
| IV.1          | U M U M .....  | 55        |
| IV.2          | DATA UNTUK OPTIMASI .....  | 55        |
| IV.3          | UNJUK KERJA SONNET .....   | 56        |
| IV.3.1        | PERHITUNGAN PREDIKSI TRAFIK .....                                    | 56        |
| IV.3.2        | OPTIMASI ROUTING .....   | 57        |
| IV.3.3        | PERHITUNGAN JUNCTION .....   | 60        |
| IV.3.3.1      | JUNCTION UNTUK HIGH USAGE .....                                      | 60        |
| IV.3.3.2      | JUNCTION DAN BIAYA PADA RUTE TRANSIT .....                           | 62        |
| IV.3.4        | PEMAKAIAN MODULARITAS PADA PARAMETER TRUNK .                         | 65        |
| IV.4          | CONTOH PERENCANAAN MEA SURABAYA .....                                | 67        |
| IV.4.1        | KONFIGURASI NETWORK SURABAYA MULTI EXCHANGE AREA<br>TAHUN 2000 ..... | 68        |



|                      |                             |    |
|----------------------|-----------------------------|----|
| BAB V                | KESIMPULAN DAN SARAN .....  | 79 |
| V.1                  | KESIMPULAN .....            | 79 |
| V.2                  | SARAN-SARAN .....           | 80 |
| DAFTAR PUSTAKA ..... |                             | 81 |
| LAMPIRAN A :         | MATRIK TRAFIK               |    |
|                      | MATRIK ONGKOS               |    |
| LAMPIRAN B :         | SWITCHED NETWORK STATISTICS |    |
|                      | MATRIK SIRKIT               |    |
|                      | ROUTING HASIL OPTIMASI      |    |
|                      | EXCHANGE DETAILS            |    |
| USULAN TUGAS AKHIR   |                             |    |
| RIWAYAT HIDUP        |                             |    |

## DAFTAR GAMBAR

| GAMBAR   | HALAMAN |
|--|---------|
| 2-1 KERANGKA GLOBAL JARINGAN TELEPON .....                               | 8       |
| 2-2 JARINGAN STAR .....  | 9       |
| 2-3 JARINGAN MESH .....  | 10      |
| 2-4 KOMBINASI JARINGAN STAR DAN MESH .....                               | 11      |
| 2-5 HIRARKIS JARINGAN STANDAR CCITT .....                                | 12      |
| 2-6 JARINGAN SIMETRIS - CONUS AUTOVON .....                              | 14      |
| 2-7 PENGGOLONGAN KELOMPOK SIRKIT .....                                   | 18      |
| 2-8 ALTERNATIVE ROUTING METODE FAR-TO-NEAR .....                         | 19      |
| 2-9 SINGLE-STAGE ALTERNATIVE ROUTING .....                               | 21      |
| 2-10 MULTI STAGE ALTERNATIVE ROUTING .....                               | 22      |
| 2-11 JENIS SIRKIT PADA JARINGAN LOKAL .....                              | 23      |
| 2-12 ROUTING TANDEM ASAL .....   | 25      |
| 2-13 ROUTING TANDEM TUJUAN .....   | 26      |
| 2-14 ROUTING DUA TANDEM .....  | 26      |
| 2-15 STRUKTUR ROUTING JARINGAN LOKAL TANPA ALTERNATIVE<br>ROUTING .....  | 27      |
| 2-16 STRUKTUR ROUTING JARINGAN LOKAL DENGAN ALTERNATIVE<br>ROUTING ..... | 28      |
| 2-17 DYNAMIC NON-HIERARCHICAL ROUTING .....                              | 30      |
| 3-1 KONFIGURASI SEDERHANA DENGAN TIGA BUAH SENTRAL .                     | 43      |
| 3-2 GRAFIK FUNGSI ONGKOS TERHADAP N .....                                | 48      |
| 3-3 DIAGRAM ALIR PREDIKSI TRAFIK .....                                   | 50      |

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 3-4 | DIAGRAM ALIR PROGRAM OPTIMASI .....            | 52 |
| 4-1 | PENGUNAAN RUMUS PENDEKATAN Y-RAPP .....        | 64 |
| 4-2 | JUNCTION HU PADA MODULARITAS .....             | 66 |
| 4-3 | JUNCTION RUTE FINAL PADA MODULARITAS .....     | 67 |
| 4-4 | KONFIGURASI NETWORK MEA SURABAYA TAHUN 2000 .. | 69 |

# B A B I

## PENDAHULUAN

---

### I.1 LATAR BELAKANG

Kawasan perkotaan di Indonesia telah mengalami perkembangan yang sangat pesat. Sejalan dengan perkembangan di atas, kebutuhan terhadap layanan telekomunikasi pada kawasan tersebut, khususnya hubungan telepon akan meningkat. Pemakaian sarana telepon ini hampir meliputi seluruh bidang kegiatan baik bisnis, dinas maupun rumah tangga, sehingga dituntut keandalan pelayanan yang tinggi.

Kebutuhan akan sarana telepon ini akan terus bertambah dibandingkan dengan kapasitas kanal yang tersedia, terutama di kota-kota besar. Hal ini akan menyebabkan timbulnya loss call (kegagalan panggilan) yang lebih tinggi yang menyebabkan mutu pelayanan terhadap pelanggan menjadi rendah dan kemacetan trafik akan terjadi. Karenanya penambahan/pembangunan sentral baru mau tidak mau harus dilakukan.

Untuk menambah atau membangun sentral baru dalam jaringan yang sudah ada tidak dapat dipisahkan dari pola jaringan yang telah ditentukan terlebih dahulu, sehingga

diperlukan perhitungan kembali supaya pemakaian trunk benar-benar optimal.

## 1.2 PERMASALAHAN

Sejalan dengan pertumbuhan penduduk dan perkembangan sosial ekonomi yang makin baik, maka kebutuhan akan saluran telepon juga meningkat. Kondisi ini mengharuskan untuk menambah jaringan baru atau sentral baru kedalam jaringan yang sudah ada. Hal ini ditujukan untuk memenuhi kebutuhan sekaligus untuk meningkatkan pelayanan (quality of service) serta meningkatkan efisiensi jaringan dengan cara yang ekonomis.

Adanya penambahan sentral baru tersebut, menyebabkan terjadinya perubahan pada sistem jaringan yang telah ada. Sehingga untuk memperoleh suatu sistem jaringan dengan penggunaan trunk/junction yang optimal, maka diperlukan adanya suatu analisis atau perhitungan baru pada masing-masing sentral. Salah satu cara untuk mendapatkan jumlah trunk yang optimal, perlu dilakukan perhitungan iterasi yang berulang-ulang sampai didapatkan jumlah trunk yang sesuai. Untuk itu program komputer akan sangat membantu dalam melakukan perhitungan ini, sehingga perhitungan dapat dilakukan dengan cepat.

Dalam menghitung kebutuhan trunk dari masing-masing sentral diperlukan beberapa informasi/data masukan

seperti: matrik trafik point-to-point, jumlah sentral yang ada dalam jaringan, modulasi yang digunakan, pola routing yang diinginkan dan lain sebagainya.

### **I.3 PEMBATASAN MASALAH**

Dalam studi ini akan dikaji paket program Sonnet untuk optimasi jaringan telepon. Studi dimulai dari cara-cara untuk menentukan trafik masa mendatang sampai dengan perhitungan untuk mendapatkan sirkit yang optimal. Untuk contoh disertai juga perencanaan multi exchange area Surabaya.

### **I.4 TUJUAN**

Untuk lebih memahami tentang teknik optimasi jaringan telefoni dengan menggunakan paket program Sonnet sehingga dalam merencanakan suatu jaringan dapat dilakukan dengan cepat.

### **I.5 METODOLOGI**

Metodologi yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah studi literatur tentang teori jaringan secara global dan cara-cara yang dipergunakan untuk perhitungan jumlah trunk yang optimal dalam jaringan telefoni. Mempelajari paket program Sonnet untuk optimasi jaringan.

## I.6 SISTEMATIKA

Penulisan tugas akhir ini disusun dalam sistematika global berikut ini :

BAB I PENDAHULUAN, berisi latar belakang yang melandasi Tugas Akhir ini beserta pembatasan terhadap permasalahan, serta tujuan yang diharapkan.

BAB II TEORI JARINGAN TELEKOMUNIKASI, berisi teori tentang jaringan telekomunikasi, yang meliputi bentuk, tingkatan network dan sistem routing.

BAB III PEMBAHASAN PAKET PROGRAM SONNET UNTUK OPTIMASI JARINGAN, berisi menu program yang ada pada Sonnet, metode untuk memprediksi trafik yang yang digunakan.

BAB IV ANALISIS UNJUK KERJA SONNET, berisi cara untuk mendapatkan trunk yang optimal beserta parameter-parameter yang menentukan serta contoh perencanaan multi exchange area Surabaya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN, berisi kesimpulan dari seluruh hasil pembahasan dan disertai saran-saran untuk mendukung perancangan pengembangan paket program ini.

## B A B    II

### TEORI JARINGAN TELEKOMUNIKASI

---

#### II.1   U M U M

Pengertian jaringan di dalam telekomunikasi adalah suatu jaringan yang menghubungkan suatu sentral dengan sentral lainnya. Jadi tidak mencakup jaringan antara sentral lokal dengan pelanggan. Demikian pula istilah *sirkuit* yang dimaksudkan adalah saluran penghubung antar sentral untuk komunikasi dua arah (*both way*)<sup>1)</sup>.

Dalam pelayanan hubungan telekomunikasi terdapat beberapa macam bentuk , yang mana penerapannya dipengaruhi oleh beberapa faktor, misalnya kepadatan trafik dan sistem routing. Semua pertimbangan tersebut didasarkan pada upaya optimalisasi jaringan.

#### II.2   JARINGAN TELEPON

Jaringan telepon merupakan jaringan yang menjembatani terjadinya suatu hubungan telepon antara pelanggan di suatu tempat dengan pelanggan di tempat lain.

---

<sup>1)</sup> ———, Fundamental Technical Plan Telkom 92 Rilis I, PT TELEKOMUNIKASI INDONESIA, Bandung, 1992, hal.25



## II.2.1 JENIS-JENIS JARINGAN

Berdasarkan wilayah cakupannya, secara global jaringan telepon digolongkan menjadi tiga macam, yaitu :

### (1) Jaringan Lokal

Jaringan, lokal, yaitu jaringan yang mencakup dan menangani panggilan atau hubungan telepon dalam suatu area lokal. Hal ini termasuk instalasi yang meliputi :

- perangkat telepon pelanggan
- saluran pelanggan
- sentral lokal
- junction antar sentral lokal dalam multi-exchange area.

Jaringan lokal dibagi menjadi tiga kategori, sesuai dengan besarnya kepadatan penduduk dan ukuran area yang diliput.

### (a) Jaringan Rural

Jaringan rural ditandai oleh penyebaran yang luas dari pelanggan di dalam suatu kota kecil atau menengah. Sentral lokal utama ditempatkan di dalam kota, dan untuk menangani pelanggan yang berpencar dilakukan oleh konsentrator ataupun sentral kecil yang dikontrol dari jarak jauh. Bentuk hubungan antara sentral lokal utama dengan setiap konsentrator adalah berupa *star* jaringan (lihat jaringan star).

(b) Jaringan Urban

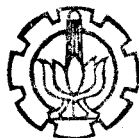
Jaringan urban menangani pelanggan di daerah yang cukup padat, sehingga diperlukan satu atau beberapa sentral lokal utama yang langsung melayani pelanggan. Karena potensi trafiknya cukup tinggi, maka sentral-sentral lokal saling dihubungkan dalam bentuk *mesh* (lihat jaringan *mesh*).

(c) Jaringan Metropolitan

Jaringan metropolitan ini menangani jumlah pelanggan yang sangat besar di dalam suatu wilayah perkotaan yang padat. Oleh karena itu diperlukan jumlah sentral lokal yang lebih banyak serta membutuhkan perencanaan routing yang matang. Pada jaringan metropolitan ini untuk hubungan antar sentral lokal diterapkan bentuk kombinasi jaringan *star* dan *mesh* (lihat jaringan *star* dan *mesh*), dan membentuk suatu jaringan multi-exchange yang kompleks.

(ii) Jaringan Nasional

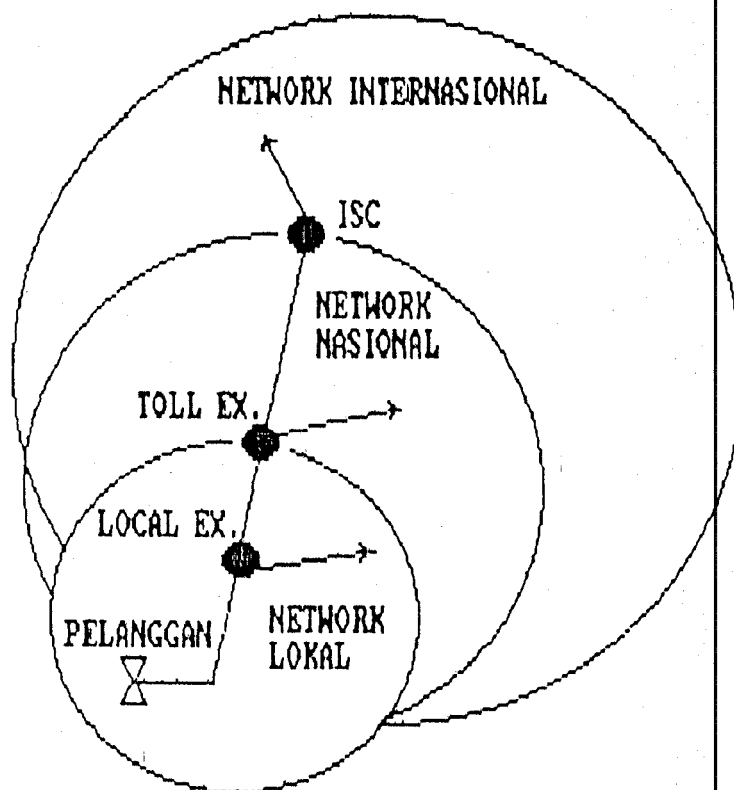
Jaringan Nasional, yaitu jaringan yang mencakup dan menangani hubungan telepon suatu area yang luas dalam satu negara, misalnya hubungan SLJJ. Jaringan nasional menghubungkan sentral-sentral dalam area yang berbeda, dengan bentuk hubungan yang tergantung pada hirarki jaringan yang diterapkan, yang dipengaruhi oleh jumlah area dan total trafik yang ditangani.



MILIK PERPUSTAKAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI  
SEPULUH - NOPEMBER

### (iii) Jaringan Internasional

Jaringan Internasional, yaitu jaringan yang mencakup dan menangani hubungan telepon antar negara, yang meliputi sentral internasional, sentral transit internasional dan saluran transmisi antar negara. Adapun deskripsi dari cakupan area masing-masing golongan dapat dilihat pada Gambar 2-1.



GAMBAR 2-1<sup>2)</sup>

KERANGKA GLOBAL JARINGAN TELEPON

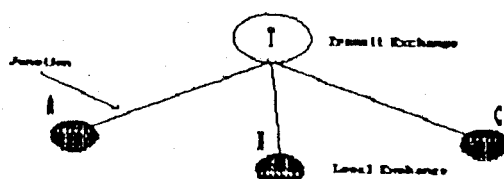
<sup>2)</sup> \_\_\_\_\_, Network Hierarchy Plan, NEC Corporation, Japan, January, 1991, hal. 3

## II.2.2 STRUKTUR JARINGAN

Bentuk hubungan antar sentral telepon secara mendasar dibedakan menjadi dua, yaitu pola *star* dan pola *mesh*. Adapun untuk hubungan yang lebih kompleks biasanya diterapkan bentuk kombinasi *star* dan *mesh*.

### II.2.2.1 JARINGAN STAR

Pada dasarnya di dalam jaringan *star*, seluruh permintaan hubungan antara dua sentral dilewatkan pada suatu sentral antara (*intermediate center*). Dengan demikian semua sentral dihubungkan langsung ke sentral antara, yang biasa disebut sebagai sentral transit atau tandem. Apabila sentral tandem ini fungsi utamanya menangani trafik hubungan lokal, maka disebut sebagai sentral tandem lokal. Sedangkan sentral tandem yang menangani trafik hubungan jarak jauh, dinamakan sentral tandem trunk. Bentuk jaringan *star* dapat dilihat pada Gambar 2-2.



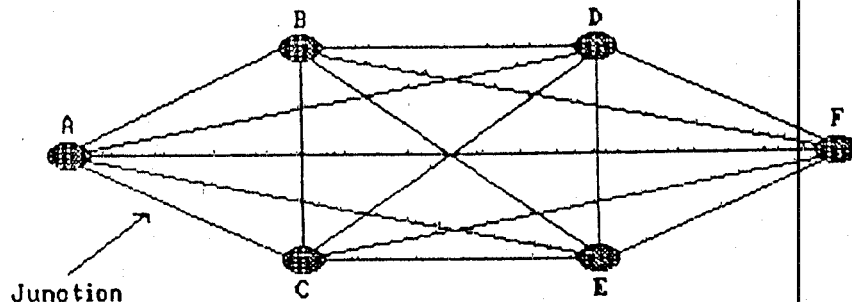
GAMBAR 2-2<sup>9)</sup>

JARINGAN STAR

<sup>9)</sup> Ibid, hal.8

### II.2.2.2 JARINGAN MESH

Pada prinsipnya bentuk *mesh* adalah suatu jaringan, dimana setiap sentral masing-masing saling dihubungkan, sehingga menyerupai bentuk mata jala. Karena setiap sentral telah terhubung langsung, maka pada jaringan *mesh* ini tidak diperlukan adanya sentral tandem. Untuk keandalan pelayanan hubungan telepon, penerapan jaringan *mesh* ini sangat bagus, akan tetapi biaya yang dibutuhkan menjadi sangat besar sekali apabila jumlah sentral yang dihubungkan bertambah banyak. Bentuk jaringan *mesh* diperlihatkan pada Gambar 2-3.



GAMBAR 2-3<sup>4)</sup>

### JARINGAN MESH

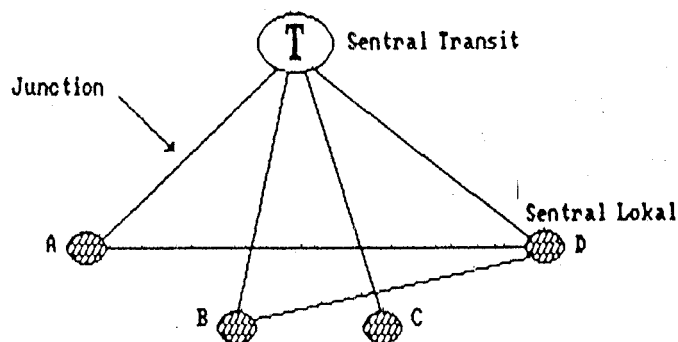
### II.2.2.3 KOMBINASI JARINGAN STAR DAN MESH

Di dalam jaringan telekomunikasi yang sesungguhnya, bentuk *star* dan *mesh* dapat diterapkan bersama-sama. Pada

---

<sup>4)</sup> Ibid, hal.7

umumnya jaringan *star* adalah sesuai untuk daerah yang trafik antar sentralnya rendah, dengan demikian dibutuhkan sentral tandem. Sedangkan jaringan *mesh* diterapkan pada suatu daerah yang trafik antar sentralnya tinggi. Jadi penerapan bentuk kombinasi jaringan *star* dan *mesh* adalah dilandasi pada keinginan mengoptimalkan jaringan. Susunan kombinasi jaringan *star* dan *mesh* dapat dilihat pada Gambar 2-4.



GAMBAR 2-4<sup>5)</sup>

#### KOMBINASI JARINGAN STAR DAN MESH

##### II.2.3 TINGKATAN JARINGAN

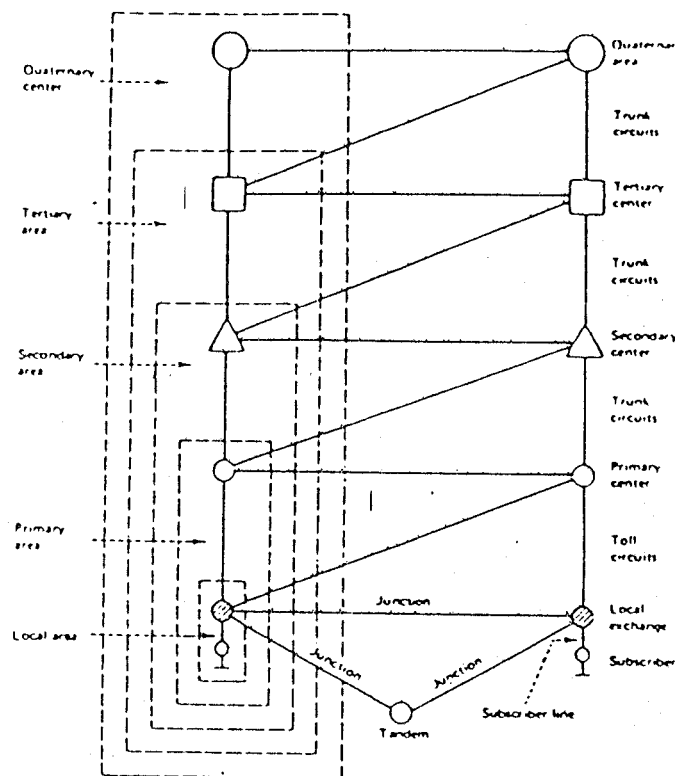
Berdasarkan fungsi yang ditangani oleh sentral, jaringan telepon digolongkan menjadi dua, yaitu jaringan hirarkis dan simetris.

---

<sup>5)</sup> Ibid, hal.9

### II.2.3.1 JARINGAN HIRARKIS

Sentral yang menangani sistem switching dikelaskan ke dalam *level* atau tingkatan tertentu. Pada jaringan jenis ini terdapat sirkit dasar (backbone) dan sirkit pembantu (pilihan). Jaringan hirarkis adalah yang paling banyak diterapkan pada setiap negara. Menurut standar yang ditetapkan oleh CCITT, tingkatan-tingkatan jaringan adalah seperti pada Gambar 2-5.



GAMBAR 2-5<sup>o)</sup>

HIRARKIS JARINGAN STANDAR CCITT

<sup>o)</sup> Roger L. Freeman, Telecommunications System Engineering, Analog and Digital Network Design, John Wiley and Sons, New York, 1980, hal.199

(1) Sentral Lokal (Local Exchange)

Sentral Lokal adalah merupakan sentral pada tingkat terendah dari hirarki, dan yang langsung melayani para pelanggan. Sentral lokal ini membentuk suatu wilayah pelayanan yang disebut sebagai area lokal.

(2) Sentral Primer (Primary Center)

Sentral Primer adalah sentral yang menangani hubungan beberapa sentral lokal dari area berbeda, serta membentuk suatu area pelayanan primer yang lebih besar dari sentral lokal.

(3) Sentral Sekunder (Secondary Center)

Sentral Sekunder adalah sentral yang menghubungkan beberapa sentral primer, dan membentuk suatu daerah pelayanan yang lebih besar dari area primer dan disebut sebagai area sekunder.

(4) Sentral Tersier (Tertiary Area)

Sentral Tersier adalah sentral yang menghubungkan beberapa sentral sekunder, sehingga mencakup wilayah yang lebih luas lagi yang disebut sebagai area tersier.

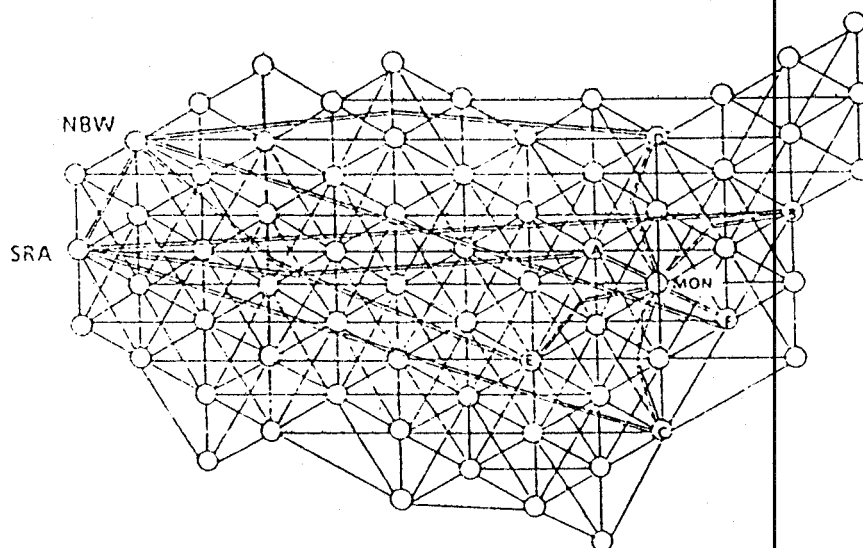
(5) Sentral Kuartener (Quartenary Center)

Sentral Kuartener adalah sentral yang menghubungkan beberapa sentral tersier, sehingga membentuk suatu area kuartener yang sangat luas.



### II.2.3.2 JARINGAN SIMETRIS

Pada jaringan simetris ini, sentral penyambung tidak dikelaskan ke dalam tingkatan, oleh karena itu disebut pula sebagai jaringan tak bertingkat. Di dalam jaringan ini, tidak terdapat sirkit dasar dan trafik yang melimpah (*overflow*) dibawa melalui sirkit lain. Sebagai contoh adalah CONUS AUTOVON, yang diperlihatkan pada Gambar 2-6. CONUS AUTOVON adalah suatu jaringan telekomunikasi militer yang dimiliki oleh Amerika Serikat. Bentuk jaringan semacam ini sering pula dikenal sebagai jaringan multi-kisi. Dalam Gambar 2-6 terlihat adanya sirkit-sirkuit pembantu, yang ditampakkan oleh garis ganda.



GAMBAR 2-6<sup>7)</sup>

JARINGAN SIMETRIS - CONUS AUTOVON

<sup>7)</sup> ———, op.cit, Network Hierarchy Plan, hal.14

### II.3 KONSEP PERENCANAAN ROUTING

Perencanaan routing pada suatu jaringan mengikuti petunjuk dasar berikut ini :

- (1) Perencanaan routing adalah serangkaian aturan yang menentukan bagaimana suatu aliran trafik dilewatkan antara dua sentral di dalam jaringan.
- (2) Perencanaan routing menentukan semua rute nyata yang membentuk sebuah jaringan dan mengikuti suatu filosofi koheren, logis dan efisien.
- (3) Perencanaan routing didasarkan pada struktur jaringan yang meliputi hirarki, struktur *mesh*, *star*, dan sebagainya.
- (4) Pada saat menetapkan suatu rencana routing, maka seluruh jaringan nasional harus dipertimbangkan.
- (5) Faktor yang mempengaruhi perencanaan routing adalah segi ekonomis, jumlah dan distribusi trafik, dan sebagainya.
- (6) Perencanaan routing diorganisasikan dalam dua bagian, yaitu routing pada :
  - a. Jaringan lokal, meliputi hubungan antar sentral lokal dan hubungan antara sentral lokal dengan sentral primer.

- b. Jaringan jarak jauh (long distance), meliputi hubungan antar sentral primer dan hubungan dengan sentral yang lebih tinggi tingkatnya.

### II.3.1 KLASIFIKASI RUTE KELOMPOK SIRKIT

Penggolongan rute atau kelompok sirkuit dapat dibedakan menurut tingkatan jaringan, rute alternatif serta lingkup pelayanan trafik.

#### (1) Berdasarkan Tingkatan Jaringan

##### a. Sirkuit Dasar (backbone)

Sirkuit Dasar adalah sirkuit yang menghubungkan suatu sentral dengan sentral yang lebih tinggi tingkatnya dan antar sentral dengan tingkatan tertinggi di dalam jaringan. Sirkuit dasar ini merupakan suatu rute final bagi suatu rute alternatif.

##### b. Sirkuit Pembantu (auxiliary)

Sirkuit Pembantu adalah sirkuit selain sirkuit dasar, yang biasanya diterapkan pada hubungan antar sentral dengan kepadatan trafik yang tinggi.

#### (2) Berdasarkan Rute Alternatif

##### a. Sirkuit Final

Sirkuit Final adalah sirkuit yang tidak memiliki

pilihan yang lain lagi, sehingga trafik berlebih pada rute ini dianggap hilang (*loss*). Oleh karena itu sirkit final ini didisain dengan probabilitas kehilangan yang rendah.

b. Sirkit Utama (*high usage*)

Sirkit Utama adalah sirkit yang memiliki pilihan lain, sehingga trafik berlebih pada rute ini dapat ditawarkan pada sirkit *high usage* lain, ataupun pada sirkit final. Dengan demikian penggunaan sirkit ini dapat lebih efisien.

(3) Berdasarkan Lingkup Pelayanan Trafik

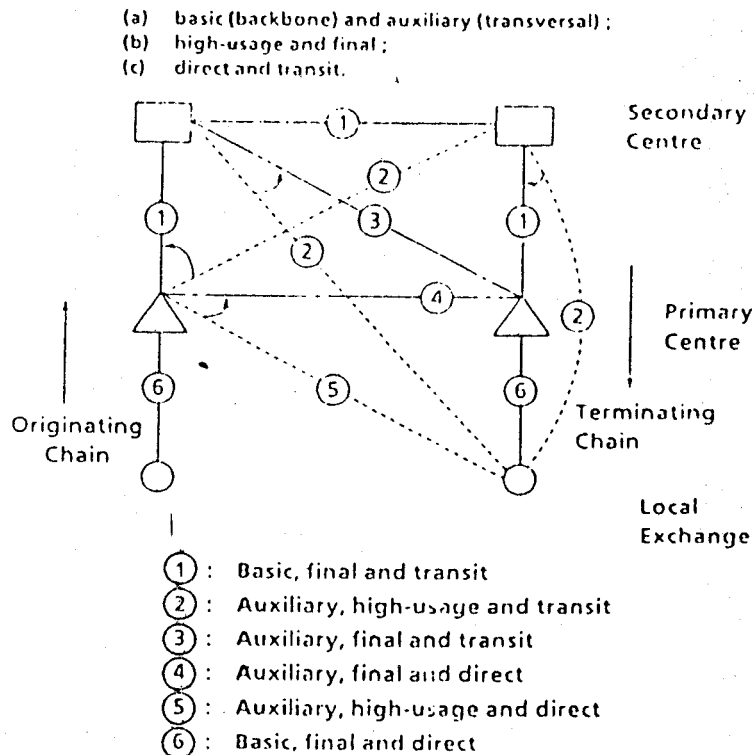
a. Sirkit Langsung (*direct*)

Sirkit Langsung adalah sirkit yang langsung membawa trafik dari area asal ke area tujuan, termasuk sirkit yang membawa trafik secara langsung antar sentral lokal, atau antara sentral lokal dengan sentral primer.

b. Sirkit Transit

Sirkit Transit adalah sirkit yang menjadi perantara hubungan antar sentral selain lewat sirkit langsung.

Untuk lebih memperjelas tentang posisi penggolongan kelompok sirkit, dapat dilihat pada Gambar 2-7.

GAMBAR 2-7<sup>a)</sup>

## PENGKATEGORIAN KELOMPOK SIRKIT

## II.3.2 ALTERNATIVE ROUTING

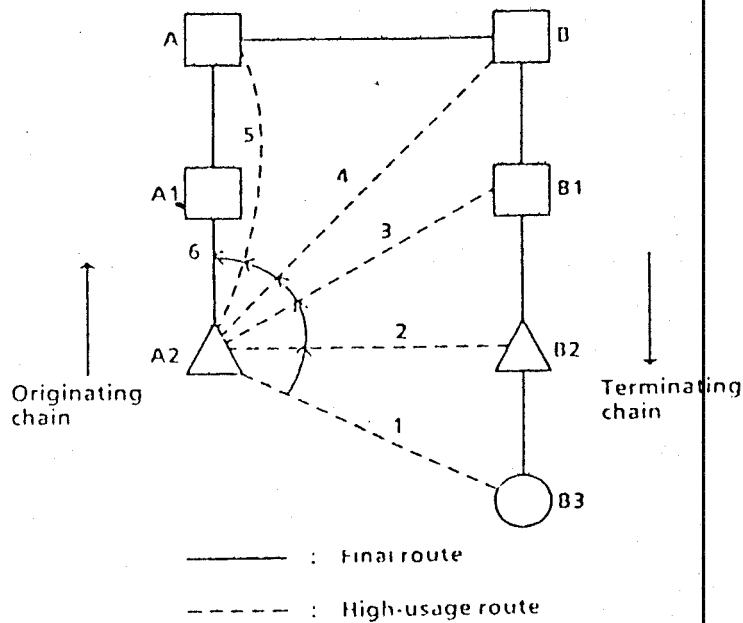
Alternative routing adalah suatu sistem penanganan trafik, dimana pada jaringan selain rute utama disediakan pula satu atau beberapa pilihan rute yang lain.

## II.3.2.1 URUTAN FAR-TO-NEAR

Untuk menangani aliran trafik yang didasarkan pada sistem routing dan pengendalian trafik dengan rute

<sup>a)</sup> ———, Routing Plan, NEC Corporation, Japan, January 1991, hal. 7

alternatif, biasanya diterapkan metode urutan *far-to-near* seperti yang terlihat pada Gambar 2-8.



GAMBAR 2-8<sup>9)</sup>

#### ALTERNATIVE ROUTING METODE FAR-TO-NEAR

Secara sederhana metode *far-to-near* dapat dijabarkan sebagai berikut.

(1) Rute di dalam urutan *far-to-near* adalah terletak di antara rute dasar dan rute final untuk hubungan antara sentral asal dengan sentral tujuan. Pada Gambar 2-8 terlihat bahwa rute final antara sentral asal A2 menuju sentral tujuan B3 adalah rute A2-A1-A-B-B1-B2-B3. Dengan demikian rute utama A2-B3 dapat diatur sebagai rute final

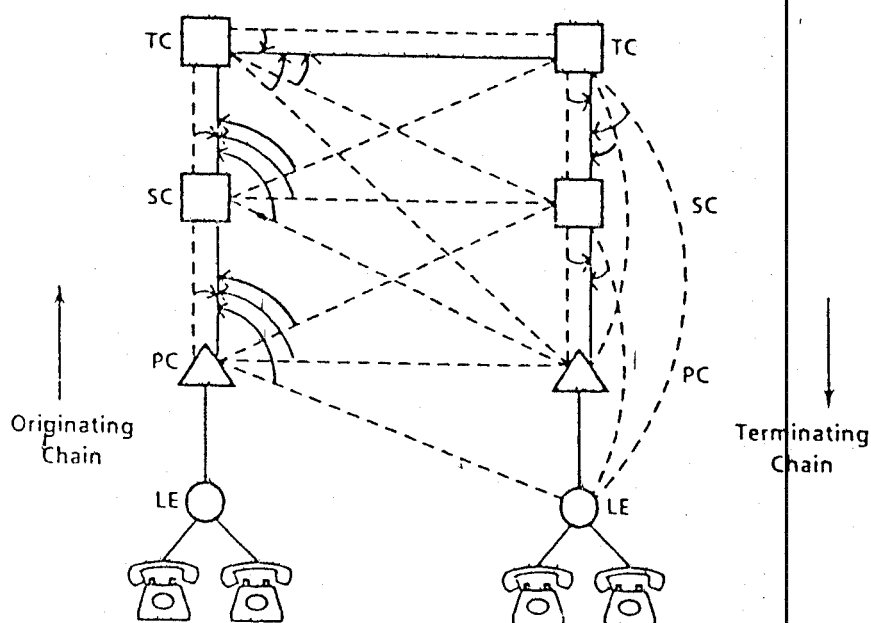
<sup>9)</sup> Ibid, hal.11

atau rute dasar.

(2) Pada awalnya sebuah rute dipilih dari sentral dengan tingkat yang lebih rendah menuju sentral yang lebih tinggi tingkatnya pada sisi sentral tujuan. Setelah itu suatu rute dipilih dari sentral dengan tingkat lebih tinggi menuju sentral yang lebih rendah tingkatnya pada sisi sentral asal. Apabila terdapat rute utama, maka dapat dilakukan pemilihan rute ke 1,2,3,4,5 dan 6 sehingga terbentuk suatu urutan *far-to-near*.

#### II.3.2.2 SINGLE-STAGE ALTERNATIVE ROUTING

Single-stage alternative routing adalah merupakan sistem routing dimana pada jaringan terdapat rute utama yang sejajar (paralel), seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2-9. Sistem ini diterapkan pada jaringan di negara Perancis, Denmark, Pakistan dan beberapa negara lainnya. Trafik yang berlebih dari suatu rute pembantu, tidak dapat dibawa melalui rute pilihan berikutnya, dan hanya dapat dilewatkan pada rute pilihan terakhir (*last choice*). Suatu rute utama yang sejajar dengan rute dasar hanya membawa trafik pertama yang dilewatkan pada rute dasar, dan melindungi trafik tersebut dari limpahan trafik lain yang melewati rute dasar. Secara teoritis sistem routing ini dapat memberikan *grade of service* (GOS) yang relatif serbasama untuk aliran trafik yang besarnya berbeda-beda.

GAMBAR 2-9<sup>10)</sup>

## SINGLE-STAGE ALTERNATIVE ROUTING

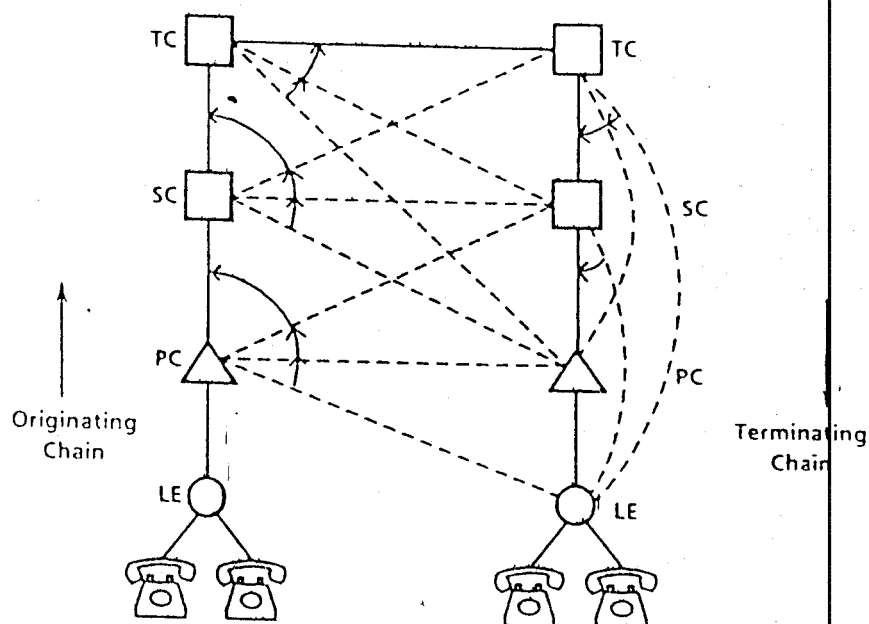
## II.3.2.3 MULTI-STAGE ALTERNATIVE ROUTING

Sistem multi-stage alternative routing seperti yang terlihat pada Gambar 2-10 diterapkan pada beberapa negara, misalnya Jepang. Pada sistem ini trafik yang melimpah dari satu rute akan dilewatkan pada pilihan rute berikutnya dan sebuah rute final yang merupakan pilihan terakhir. GOS dari suatu sentral asal ke arah sentral tujuan melalui

<sup>10)</sup> Ibid, hal.13



beberapa rute, misalnya pilihan rute pertama dan pilihan rute kedua, dibuat berbeda. Perbedaan ini dimaksudkan agar jaringan lebih efisien.



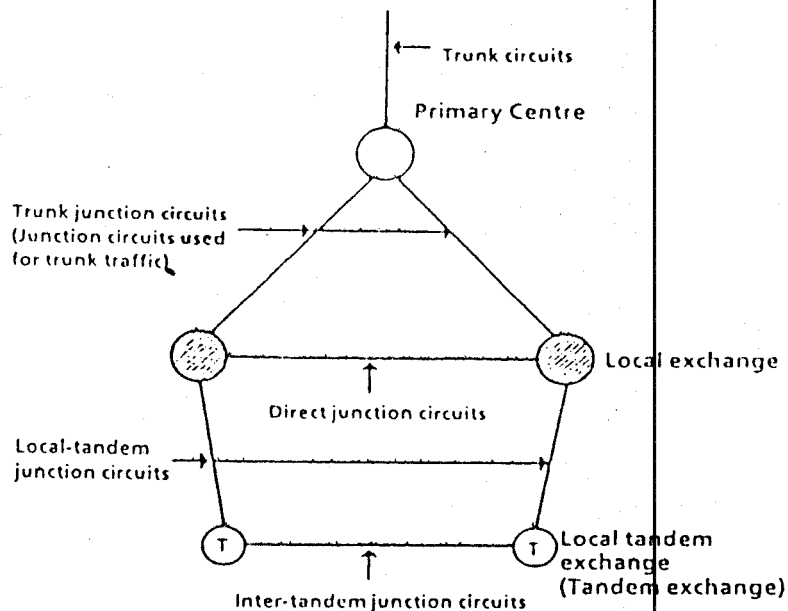
GAMBAR 2-10<sup>11)</sup>

### MULTI-STAGE ALTERNATIVE ROUTING

#### II.3.3 JARINGAN LOKAL

Di dalam jaringan lokal, terdapat beberapa jenis penyebutan sirkit yang dibedakan menurut kegunaannya, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2-11.

<sup>11)</sup> Ibid, hal.14



GAMBAR 2-11<sup>12)</sup>

#### JENIS SIRKIT PADA JARINGAN LOKAL

(1) Direct junction circuits

Direct junction circuits, adalah sirkit yang secara langsung menjadi penghubung antar sentral lokal.

(2) Local tandem junction circuits

Local tandem junction circuits, adalah sirkit yang menghubungkan sentral lokal dengan sentral tandem.

<sup>12)</sup> Ibid, hal.17

(3) Inter tandem junction circuits

Inter tandem junction circuits, adalah sirkit yang menjadi penghubung antar sentral tandem.

(4) Junction circuits

Junction circuits, adalah sirkit yang meliputi jenis-jenis sirkit di atas (1, 2 dan 3).

(5) Trunk junction circuits

Trunk junction circuits, adalah sirkit yang menghubungkan antara sentral lokal dengan sentral primer.

(6) Trunk circuits

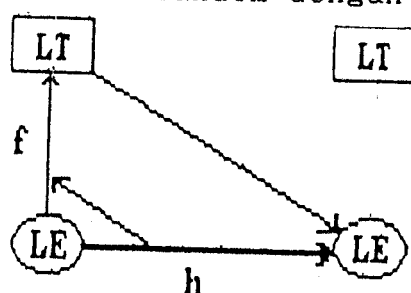
Trunk circuits, adalah sirkit yang menjadi penghubung antara sentral lokal dengan sentral yang lebih tinggi tingkatannya.

#### II.3.3.1 PRINSIP ROUTING PADA JARINGAN LOKAL

Pada suatu wilayah yang memiliki potensi trafik besar, biasanya pelayanan hubungan telepon dilakukan oleh beberapa sentral lokal yang membentuk multi-exchange area, dimana prinsip-prinsip routing berikut ini diterapkan.

- (1) Routing tandem asal, dimana sentral tandem yang dilewati trafik terletak di dalam area sentral asal, seperti yang terlihat pada Gambar 2-12. Pada sistem routing ini efisiensi

sirkuit junction di sisi pengirim dapat ditingkatkan dan memperpendek panjang sirkuit antara sentral asal dengan sentral tandem, tetapi mengakibatkan efisiensi sirkuit junction yang lebih rendah serta memperpanjang hubungan antara sentral tandem dengan sentral tujuan.

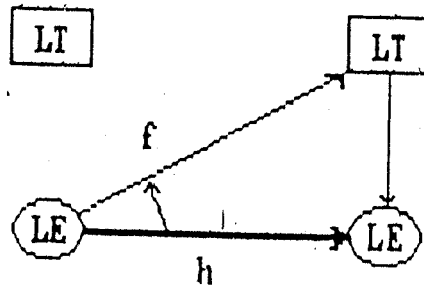


GAMBAR 2-12<sup>19)</sup>

#### ROUTING TANDEM ASAL

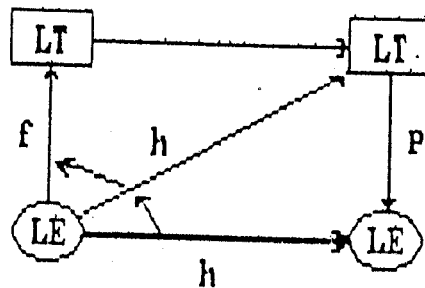
- (2) Routing tandem tujuan, dimana sentral tandem untuk routing terletak di dalam area sentral tujuan, seperti yang terlihat pada Gambar 2-13. Pada sistem routing ini efisiensi sirkuit junction di sisi penerima dapat ditingkatkan dan memperpendek panjang sirkuit antara sentral tujuan dengan sentral tandem, tetapi mengakibatkan efisiensi sirkuit junction yang lebih rendah serta memperpanjang hubungan antara sentral tandem dengan sentral asal.

<sup>19)</sup> \_\_\_\_\_, op.cit, FTP Telkom 92, hal.113

GAMBAR 2-13<sup>14)</sup>

## ROUTING TANDEM TUJUAN

- (3) Routing dua tandem, yaitu routing yang melewati dua sentral tandem dalam satu rangkaian. Ilustrasinya diperlihatkan pada Gambar 2-14, dimana jumlah sentral tandem menjadi lebih banyak.

GAMBAR 2-14<sup>15)</sup>

## ROUTING DUA TANDEM

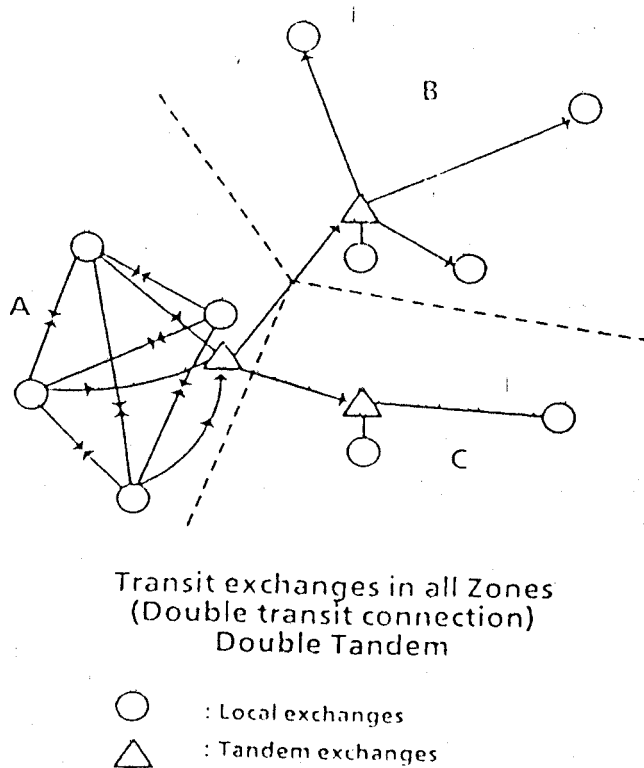
---

<sup>14)</sup> Loc. cit

<sup>15)</sup> Loc. cit

### II.3.3.2 STRUKTUR ROUTING

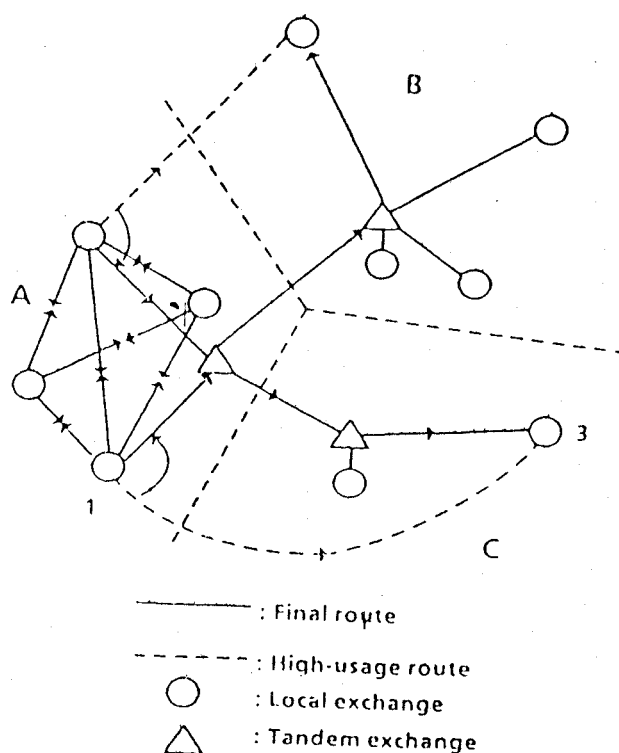
Struktur routing di dalam jaringan lokal yang didasarkan pada prinsip-prinsip routing di atas, dapat dilihat pada Gambar 2-15 bila tanpa rute alternatif, dan Gambar 2-16 untuk contoh dengan rute alternatif.



GAMBAR 2-15<sup>10)</sup>

STRUKTUR ROUTING JARINGAN LOKAL TANPA ALTERNATIVE ROUTING

<sup>10)</sup> ———, op.cit, Routing Plan, hal.26

GAMBAR 2-16<sup>17)</sup>

## STRUKTUR ROUTING JARINGAN LOKAL DENGAN ALTERNATIVE ROUTING

Di dalam kedua gambar tersebut tampak daerah pelayanan yang terbagi dalam beberapa zone, dan sebuah sentral tandem dibangun pada masing-masing zone. Hanya trafik yang berasal dari zone A saja yang digambarkan

<sup>17)</sup> Ibid, hal. 27

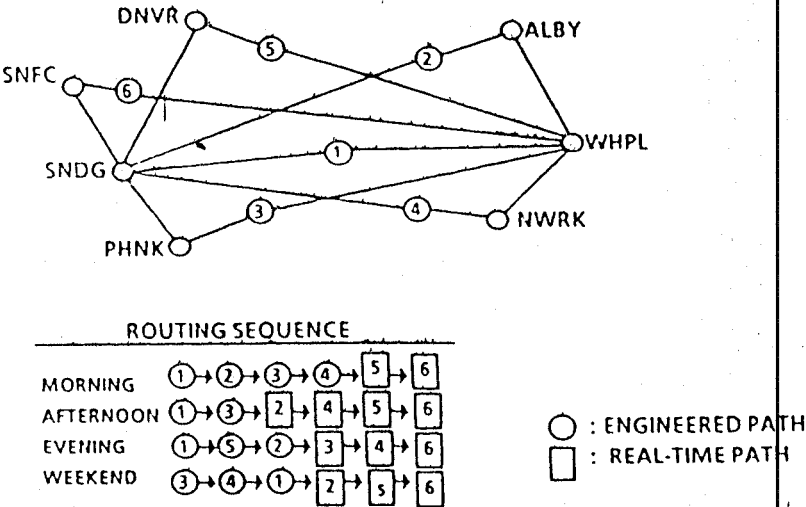
secara penuh, dimana antar sentral dalam zone tersebut dihubungkan secara *mesh*.

#### II.3.3.3 DYNAMIC NON-HIERARCHICAL ROUTING

Arsitektur *dynamic non hierarchical routing* (DNHR) pada saat ini sedang direncanakan untuk jaringan antar kota AT & T. DNHR memungkinkan pilihan rute dari trafik diubah sepanjang waktu serta tidak terhambat oleh tingkatan sentral. DNHR juga menampilkan kegunaan sirkit yang lebih baik daripada routing hirarkis. Suatu Jaringan DNHR memiliki sentral *stored program control* (SPC), perangkat DNHR beserta jaringan sistem pensinyalan kanal bersama (*common channel signalling*).

Gambar 2-17 adalah sebuah contoh DNHR antar kota yang disebut sebagai routing dinamis dua saluran. Karakteristik kedinamisan sistem terlihat pada beberapa pilihan rute yang dapat diubah. Sistem routing ini berisi urutan lintasan yang berbeda, dan masing-masing lintasan memiliki paling banyak dua saluran. Pada Gambar 2-17, sentral asal (SNDG) meneruskan pengawasan routing sampai sebuah panggilan terhubung ke tujuan (WHPL) atau diblok. Variasi lintasan yang digunakan dalam periode waktu yang berbeda adalah tidak sama. Pengalokasian trafik pada pemilihan rute dalam masing-masing periode didisain untuk selalu menyesuaikan diri terhadap beban yang berbeda.





GAMBAR 2-17<sup>18)</sup>  
DYNAMIC NON-HIERARCHICAL ROUTING

<sup>18)</sup> Ibid, hal.29

B A B    III  
PEMBAHASAN PAKET PROGRAM SONNET  
UNTUK OPTIMASI JARINGAN

---

III. 1.    U M U M

Program optimasi jaringan telefoni dirancang untuk membantu perhitungan distribusi trafik dan jumlah trunk yang diperlukan dalam jaringan Multi Exchange Area.

Program Sonnet ini dirancang dan dikembangkan oleh Nepostel dari Belanda. Program ini ditulis dalam bahasa fortan dan bahasa C.

Program ini terdiri dari 3 bagian pokok yaitu:

- Sonnet Model merupakan program yang dipergunakan untuk memasukkan data-data suatu jaringan Multi Exchange Area yang akan dirancang dalam file-file data input. Termasuk dalam program ini adalah program mapping dimana jaringan dapat ditampilkan dalam bentuk grafis.
- Sonnet Optimizer merupakan program yang dipergunakan untuk perhitungan optimasi jaringan telefoni.
- Sonnet report merupakan program untuk menampilkan data input maupun hasil optimasi.

### III. 2. DATA MASUKAN

Data masukan yang diperlukan untuk program Sonnet ini diperlihatkan dibawah ini:

- Nama sentral.
- Pola routing.
- Parameter sentral.
- Parameter Trunk.
- Trafik matrix existing.

### III. 3. DATA KELUARAN

Data keluaran dari hasil perhitungan optimasi berupa:

- Trunk demand.
- Routing hasil optimasi.
- Statistic switching.
- Exchange details.

Kesemua data keluaran ini dapat ditampilkan dalam printer maupun disimpan dalam disket.

### III. 4. SONNET MODEL

Program ini berguna untuk memasukkan data untuk optimasi jaringan yang akan disimpan dalam bentuk file-file input.

Menu yang berguna untuk optimasi jaringan yang ada pada bagian ini yaitu:

- Switching Model.
- Trafik Model.

#### III.4.1. SWITCHING MODEL

Pada switching model ini input data yang diperlukan adalah:

##### 1. Nama Sentral.

Berisi nama sentral yang akan dirancang dan direncanakan dalam suatu Multi Exchange Area.

##### 2. Pola Routing.

Input data tentang penentuan sentral mana yang akan dijadikan sentral tandem, serta pemilihan routing yang diinginkan. Pilihan untuk routing ini adalah Near Transit, Far Transit, Direct, Direct + Near Transit, Direct + Far Transit, Direct + Far + Near Transit dan metropolitan.

##### 3. Parameter Sentral.

Data yang harus dimasukkan dalam bagian ini adalah

- a. Profile dari masing-masing sentral (Analog/Digital)
- b. Maksimum offerflow yang dapat dilakukan oleh sentral yang bertalian.
- c. Harga sentral untuk menangani 1 Erlang lalu-lintas transit.

- d. Letak sentral dalam bentuk koordinat X dan Y yang berguna untuk menentukan letak sentral dalam suatu jaringan pada bagian switching map.

#### 4. Parameter Trunk.

Dalam parameter trunk ini terdapat pilihan yaitu:

- a. Match PCM (30) or Pair

Adalah trunk group antara sentral digital dengan digital atau sentral digital dengan sentral analog yang bersifat modular yang berisi 30 cct, atau antara sentral analog dengan sentral analog yang bersifat modular yang berisi 1 cct.

- b. Match PCM (30) or FDM (12)

Adalah trunk group antara sentral digital dengan sentral digital atau sentral digital dengan sentral analog yang bersifat modular yang berisi 30 cct, atau sentral analog dengan sentral analog yang berisi 12 cct.

- c. Mod = 30 (PCM)

Semua trunk group diset pada modul yang tetap (fixed) berisi 30 cct.

- d. Mod = 1 (pair)

Semua trunk group diset pada modul yang tetap (fixed) yang berisi 1 cct.

- e. Mod = 12 (FDM)

Semua trunk group diset pada modul yang tetap yang berisi 12 cct.

## 5. Switching Map.

Dari koordinat X dan Y yang telah kita masukkan pada parameter sentral, pada menu ini kita bisa dapatkan peta dari tiap-tiap sentral dalam suatu network.

### III.4.2. TRAFFIK MODEL

Data yang harus kita masukkan dalam optimasi jaringan ini adalah matrik trafik existing ataupun target trafik dimasa mendatang sehingga trafik dimasa mendatang dapat diketahui dan dipakai sebagai input pada optimasi jaringan.

Perhitungan trafik masa datang dapat dilakukan dengan cara memasukkan data sel per sel trafik existing kemudian trafik masa mendatang dapat diketahui dengan metoda Kruithof setelah kita masukkan target trafik incoming dan outgoing dimasa mendatang.

#### III.4.2.1 PREDIKSI TRAFIK DENGAN GRAVITY METHOD

Dalam model ini distribusi trafik dinyatakan sebagai fungsi dari dua parameter yaitu:

- a. Jarak lintas udara dua sentral lokal (km).
- b. Jumlah trafik out going dari sentral asal (terminating exchange).

Data-data yang diperlukan dalam perhitungan trafik yaitu:

- Jumlah trafik keluar
- Jarak udara
- Faktor interest

Rumus yang dipergunakan untuk menghitung distribusi trafik yaitu:

$$AX(I) = \sum_{K=1}^{NL} A(K) \times \text{Exp} ( -C(K) \times B(K) )$$

$$AP(J) = \frac{A(J) \times \text{Exp} ( -C(J) \times B(J) )}{AX(I)}$$

Untuk mencari distribusi trafik dari I ke J adalah sebagai berikut:

$$AA(J) = A(I) \times AP(J)$$

dimana,

I = 1      NL : Sentral asal yang jumlah trafik out goingnya akan didistribusikan

J = 1      NL : Sentral tujuan

A(K)            : Trafik out going dari sentral K

A(I)            : Trafik out going dari sentral I

C(K)            : Faktor interest antara sentral I dengan sentral K

- $B(K)$  : Jarak lintas udara antara sentral I dan sentral K  
 $AP(J)$  : Persentase trafik dari sentral I ke sentral J  
 $AA(J)$  : Distribusi trafik dari sentral I ke sentral J

#### III.4.2.2 PREDIKSI TRAFIK DENGAN KRUIHOF METHOD

Prinsip dari metoda ini adalah menyesuaikan setiap sel matrik dengan jumlah kolom dan baris individu yang baru. Jumlah baris individu menyatakan total trafik out going dari suatu sentral sedangkan jumlah kolom menyatakan total trafik incoming dari suatu sentral.

Bila trafik matrik seperti di bawah ini:

| i      | j | 1        | 2        | jumlah   |
|--------|---|----------|----------|----------|
| 1      |   | $a_{11}$ | $a_{12}$ | $A_{.1}$ |
| 2      |   | $a_{21}$ | $a_{22}$ | $A_{.2}$ |
| jumlah |   | $a_{1.}$ | $a_{2.}$ | $A_{..}$ |

$a_{ij}$  = Trafik yang didistribusikan dari sentral i ke j

$A_{.1} = a_{11} + a_{12}$  adalah trafik out going dari sentral 1.  
(jumlah baris individu 1).

$A_{.2} = a_{21} + a_{22}$  adalah trafik out going dari sentral 2.  
(jumlah baris individu 2).



$A_{1.} = a_{11} + a_{21}$  adalah trafik incoming dari sentral 1.  
(jumlah kolom individu 1).

$A_{2.} = a_{12} + a_{22}$  adalah trafik incoming dari sentral 2.  
(jumlah kolom individu 2).

Apabila jumlah pelanggan di sentral  $i$  dan  $j$  bertambah maka besarnya trafik out going maupun incoming akan berubah. Perubahan volume trafik tersebut proporsional sejalan dengan perubahan jumlah pelanggan di masing-masing sentral.

Perhitungan perubahan trafik out going dan incoming pada sentral yang bertambah jumlah pelangganya adalah sebagai berikut:

Jika,

$N_{i(o)}$  = jumlah pelanggan existing sentral  $i$

$N_{i(T)}$  = jumlah pelanggan sentral  $i$  pada tahun ke  $T$

$A_{i.(T)}$  = trafik out going di sentral  $i$  pada tahun  
ke  $T$

$A_{.j(T)}$  = trafik incoming di sentral  $j$  pada tahun ke  
 $T$

$A_{i.(o)}$  = trafik out going existing sentral  $i$

$A_{.j(o)}$  = trafik incoming existing sentral  $j$

Perhitungan trafik out going pada tahun ke  $T$  dari sentral  $i$  sebagai berikut:

$$A_{i..(T)} = A_{i..(0)} \times \frac{N_{i(T)}}{N_{i(0)}}$$

Perhitungan trafik incoming pada tahun ke T dari sentral j sebagai berikut:

$$A_{.j(T)} = A_{.j(0)} \times \frac{N_{j(T)}}{N_{j(0)}}$$

Perubahan jumlah kolom dan baris tersebut akan mengakibatkan isi sel matrik tidak cocok dengan jumlah yang baru, sehingga isi sel matrik harus disesuaikan lagi dengan jumlah baris dan kolom yang baru. Penyesuaian ini kita lakukan dengan proses iterasi. Iterasi ini dilakukan berulang-ulang sehingga didapatkan nilai sel matrik yang dapat memenuhi jumlah baris maupun kolom dari trafik yang kita inginkan.

Contoh:

Bila diketahui matrik existing sebagai berikut:

| i        | j | 1   | 2  | out going |
|----------|---|-----|----|-----------|
| 1        |   | 120 | 60 | 180       |
| 2        |   | 10  | 5  | 15        |
| incoming |   | 130 | 65 | 195       |

Dari hasil perhitungan peramalan trafik out going dan incomingnya sebagai berikut:

| i        | j | 1   | 2  | out going |
|----------|---|-----|----|-----------|
| 1        |   | ?   | ?  | 240       |
| 2        |   | ?   | ?  | 20        |
| incoming |   | 220 | 40 | 260       |

Kita harus menentukan berapa nilai tiap sel dari matrik di atas.

Langkah yang harus dilakukan:

1. Iterasi pertama

Penyesuaian terhadap jumlah baris individu baru, masing masing sel dikalikan dengan faktor pengali baris FPB

$$\begin{aligned}
 \text{FPB 1} &= \frac{A_{1(T)}}{a_{11} + a_{12}} \\
 &= \frac{240}{120 + 60} = 1,33
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{FPB 2} &= \frac{A_{2(T)}}{a_{21} + a_{22}} \\
 &= \frac{20}{10 + 5} = 1,33
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas diperoleh nilai sel matrik sebagai berikut:

| i        | j | 1      | 2     | out going |
|----------|---|--------|-------|-----------|
| 1        |   | 160    | 80    | 240       |
| 2        |   | 13,33  | 6,67  | 20        |
| incoming |   | 173,33 | 86,67 | 260       |

## 2. Iterasi kedua

Penyesuaian terhadap jumlah kolom baru, dengan jalan masing-masing sel matrik dikalikan dengan faktor pengali kolom FPK sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{FPK 1} &= \frac{A_{1(T)}}{a_{11} + a_{12}} \\
 &= \frac{220}{160 + 13,33} = 1,27
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{FPK 2} &= \frac{A_{2(T)}}{a_{21} + a_{22}} \\
 &= \frac{40}{80 + 6,67} = 0,46
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas diperoleh nilai sel matrik sebagai berikut:

| i        | j | 1     | 2    | out going |
|----------|---|-------|------|-----------|
| 1        |   | 203,1 | 36,9 | 240       |
| 2        |   | 16,9  | 3,1  | 20        |
| incoming |   | 220   | 40   | 260       |

Dengan melihat hasil akhir dari contoh di atas kita dapatkan jumlah baris dan kolom yang sama dengan yang diinginkan.

#### III.4.2.3 DIAGRAM ALIR

Diagram alir dari prediksi trafik dengan menggunakan gravity method maupun dengan menggunakan kruithof method dapat dilihat pada gambar 3-3

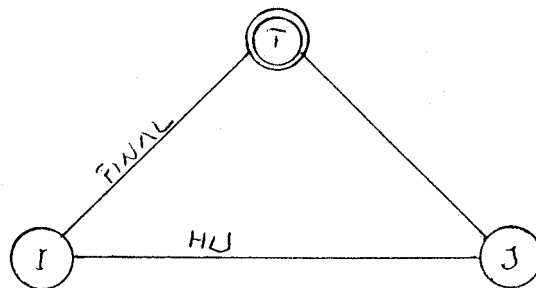
#### III.5 SONNET OPTIMIZER

Setelah data-data kita masukkan semua maka data siap untuk dioptimasi sehingga didapatkan hasil yang diinginkan. Pada bagian ini hal ini dilakukan. Metode yang digunakan dalam optimasi ini ada dua yaitu metode Y Rapp dan metode Pratt. Sedangkan untuk menghitung variance dan trafik overflownya digunakan metoda pendekatan Wilkinson. Setelah hasil perhitungan di atas didapatkan maka langkah selanjutnya adalah mengkonversi hasil perhitungan di atas ke dalam bentuk modular. Bentuk modular ini sudah ditentukan pada saat program optimasi akan dijalankan dengan mengisi batasannya.

### III.5.1 Menentukan Jumlah Trunk Optimal Pada Lintasan Utama

Dengan memperhatikan gambar 3-1, ada tiga kemungkinan lintasan trafik dari i ke j, yaitu :

- Semua trafik dilewatkan pada lintasan langsung ( lintasan i-j )
- Semua trafik dilewatkan melalui sentral tandem T
- Sebagian dari trafik dilewatkan pada lintasan langsung dan sisanya dilewatkan melalui lintasan alternatif ( lintasan i-T-j )



GAMBAR 3-1

#### KONFIGURASI SEDERHANA DENGAN TIGA BUAH SENTRAL

Dari ke tiga kemungkinan di atas, kemungkinan ke tiga adalah yang terbaik untuk mendapatkan jaringan yang optimal.

Gambar 3-1 di atas adalah konfigurasi sederhana dari tiga buah sentral, yaitu dua buah sentral dengan level rendah ( i dan j ) dan satu sentral tandem T pada level tinggi. Adapun keterangan dari gambar 3-1 ini adalah sebagai berikut :

$M, V$  = mean dan variance dari trafik yang di tawarkan pada lintasan utama  $i-j$

$M_{10}, V_{10}$  = mean dan variance dari trafik yang di tawarkan pada lintasan  $i-T$ , tidak termasuk trafik berlebih dari lintasan  $i-j$

$M_{20}, V_{20}$  = mean dan variance dari trafik yang di tawarkan pada lintasan  $T-j$ , tidak termasuk trafik berlebih dari lintasan  $i-j$

$C, C_1, C_2$  = Ongkos per trunk untuk membawa trafik pada lintasan-lintasan  $i-j$ ,  $i-T$  dan  $T-j$

$N, N_1, N_2$  = Jumlah trunk pada lintasan-lintasan  $i-j$ ,  $i-T$  dan  $T-j$

$m(N), v(N)$  = mean dan variance dari trafik berlebih pada lintasan utama

Jika mean dan variance dari trafik berlebih (overflow traffic) pada lintasan  $i-j$  dinyatakan sebagai  $m(N)$  dan  $v(N)$ , dimana  $N$  menyatakan jumlah trunk (circuit) pada lintasan  $i-j$ , maka akan diperoleh total trafik yang ditawarkan pada lintasan alternatif (overflow route) sebagai berikut :

$$M_1 = M_{10} + m(N)$$

$$M_2 = M_{20} + m(N)$$

$$V_1 = V_{10} + v(N)$$

$$V_2 = V_{20} + v(N)$$

Selanjutnya menentukan N sehingga menghasilkan harga yang minimum, artinya ditentukan jumlah trunk yang minimal agar fungsi ongkos (cost function), K, seperti diperlihatkan oleh persamaan 3.1 menjadi minimum.

$$K = C_0 + C \times N + C_1 \times N_1 + C_2 \times N_2 \quad \dots\dots\dots (3.1)$$

Diasumsikan grade of service dari masing-masing lintasan alternatif diketahui,  $N_1$  dan  $N_2$  adalah fungsi dari N, maka untuk memperoleh harga minimum dari K harus diturunkan terhadap N dan disamakan dengan nol.

$$\frac{\partial K}{\partial N} = 0$$

$$\frac{\partial K}{\partial N} = C + C_1 \frac{\partial N_1}{\partial N} + C_2 \frac{\partial N_2}{\partial N} = 0 \quad \dots\dots (3.2)$$

Untuk lintasan alternatif pertama, diasumsikan grade of servicenya diketahui

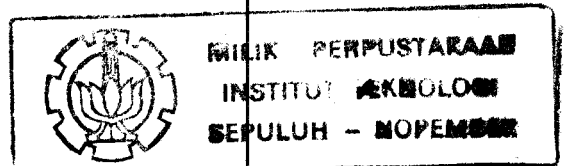
$$N_1 = N_1 (M_1, V_1)$$

atau

$$N_1 = N_1 (M_1, \alpha_1) \quad \text{dimana} \quad \alpha = \frac{V_1}{M_1}$$

maka,

$$\frac{\partial N_1}{\partial N} = \frac{\partial N_1}{\partial M_1} \times \frac{\partial M_1}{\partial N}$$





karena selain  $M_1$ ,  $N_1$  ditentukan juga oleh  $\alpha_1$ , sehingga :

$$\frac{\partial N_1}{\partial N} = \frac{\partial N_1}{\partial M_1} \times \frac{\partial M_1}{\partial N} + \frac{\partial N_1}{\partial \alpha_1} \times \frac{\partial \alpha_1}{\partial N}$$

$$\frac{\partial N_2}{\partial N} = \frac{\partial N_2}{\partial M_2} \times \frac{\partial M_2}{\partial N} + \frac{\partial N_2}{\partial \alpha_2} \times \frac{\partial \alpha_2}{\partial N}$$

dari hubungan,

$$M_1 = M_{10} + m$$

$$\alpha_1 = \frac{V_{10} + v}{M_{10} + m} = \frac{V_1}{M_1}$$

maka

$$\frac{\partial M_1}{\partial N} = \frac{\partial m}{\partial N}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \alpha_1}{\partial N} &= \frac{M_1 \frac{\partial V_1}{\partial N} - V_1 \frac{\partial M_1}{\partial N}}{M_1^2} = \frac{M_1 \frac{\partial V_1}{\partial N} - V_1 \frac{\partial m}{\partial N}}{M_1^2} \\ &= \frac{\frac{\partial V_1}{\partial N} - \frac{V_1}{M_1} \frac{\partial m}{\partial N}}{M_1} = \frac{\frac{\partial V_1}{\partial N} - \alpha_1 \frac{\partial m}{\partial N}}{M_1} \end{aligned}$$

$\frac{\partial \alpha_1}{\partial N}$  biasanya kecil sekali dan dapat diabaikan, sehingga diperoleh pendekatan sebagai berikut :

$$\frac{\partial N_1}{\partial N} \approx \frac{\partial N_1}{\partial M_1} \times \frac{\partial M_1}{\partial N} \approx \frac{\partial N_1}{\partial M_1} \times \frac{\partial m}{\partial N} \dots\dots(3.3)$$

$$\frac{\partial N_2}{\partial N} \equiv \frac{\partial N_2}{\partial M_2} \times \frac{\partial M_2}{\partial N} \equiv \frac{\partial N_2}{\partial M_2} \times \frac{\partial m}{\partial N} \dots\dots\dots(3.4)$$

dengan memasukkan persamaan (3.3) dan (3.4) ke dalam persamaan (3.3) akan didapat :

$$C + C_1 \frac{\partial N_1}{\partial M_1} \times \frac{\partial m}{\partial N} + C_2 \frac{\partial N_2}{\partial M_2} \times \frac{\partial m}{\partial N} = 0$$

$$C + \left[ C_1 \frac{\partial N_1}{\partial M_1} + C_2 \frac{\partial N_2}{\partial M_2} \right] \frac{\partial m}{\partial N} = 0$$

$$-\frac{\partial m}{\partial N} = \frac{C}{C_1 \frac{\partial N_1}{\partial M_1} + C_2 \frac{\partial N_2}{\partial M_2}} \dots\dots\dots(3.5)$$

Turunan  $\frac{\partial N_1}{\partial M_1}$  dan  $\frac{\partial N_2}{\partial M_2}$  serta C,  $C_1$  dan  $C_2$  dari persamaan (4.6) tetap konstan selama proses iterasi berlangsung untuk mendapatkan N yang optimal.

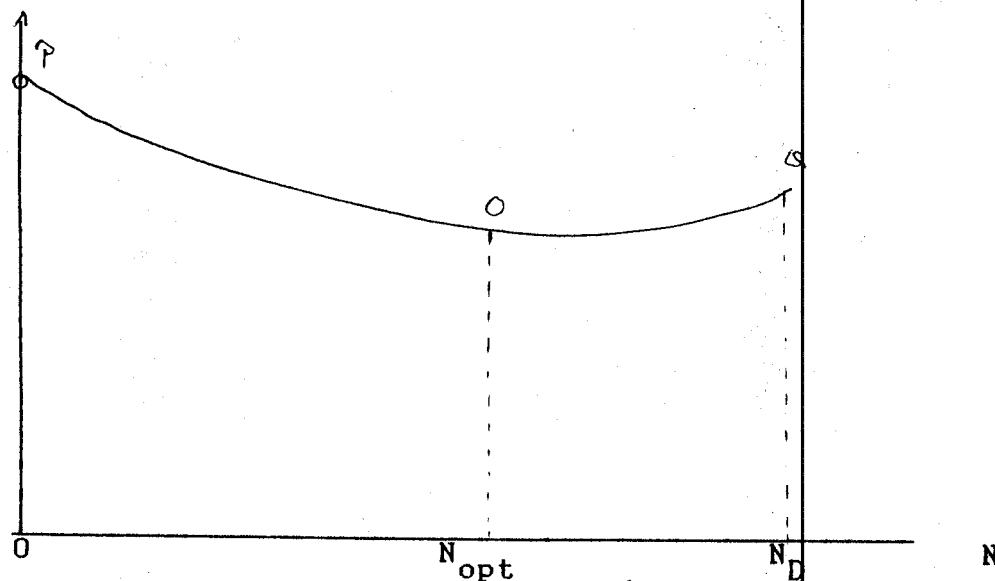
$\left[ C_1 \frac{\partial N_1}{\partial M_1} + C_2 \frac{\partial N_2}{\partial M_2} \right]$  merupakan ongkos per erlang dari trafik berlebih yang dilewatkan melalui lintasan alternatif (tandem route) dan dapat dinyatakan sebagai  $[CT_1 + CT_2]$ . Dengan demikian persamaan (3.2) dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\frac{\partial K}{\partial N} = C + \frac{\partial M}{\partial N} [CT_1 + CT_2] \dots\dots\dots(3.6)$$

atau,

$$K(N) = C_0 + C \times N + m(N) \times [CT_1 + CT_2] \dots (3.7)$$

Gambar 3-2, memperlihatkan grafik fungsi ongkos terhadap  $N$ , untuk  $N$  yang bervariasi dari 0 sampai dengan  $N_D$  dan trafik yang ditawarkan serta  $CT$  yang diketahui.



GAMBAR 3-2

GRAFIK FUNGSI ONGKOS TERHADAP  $N$

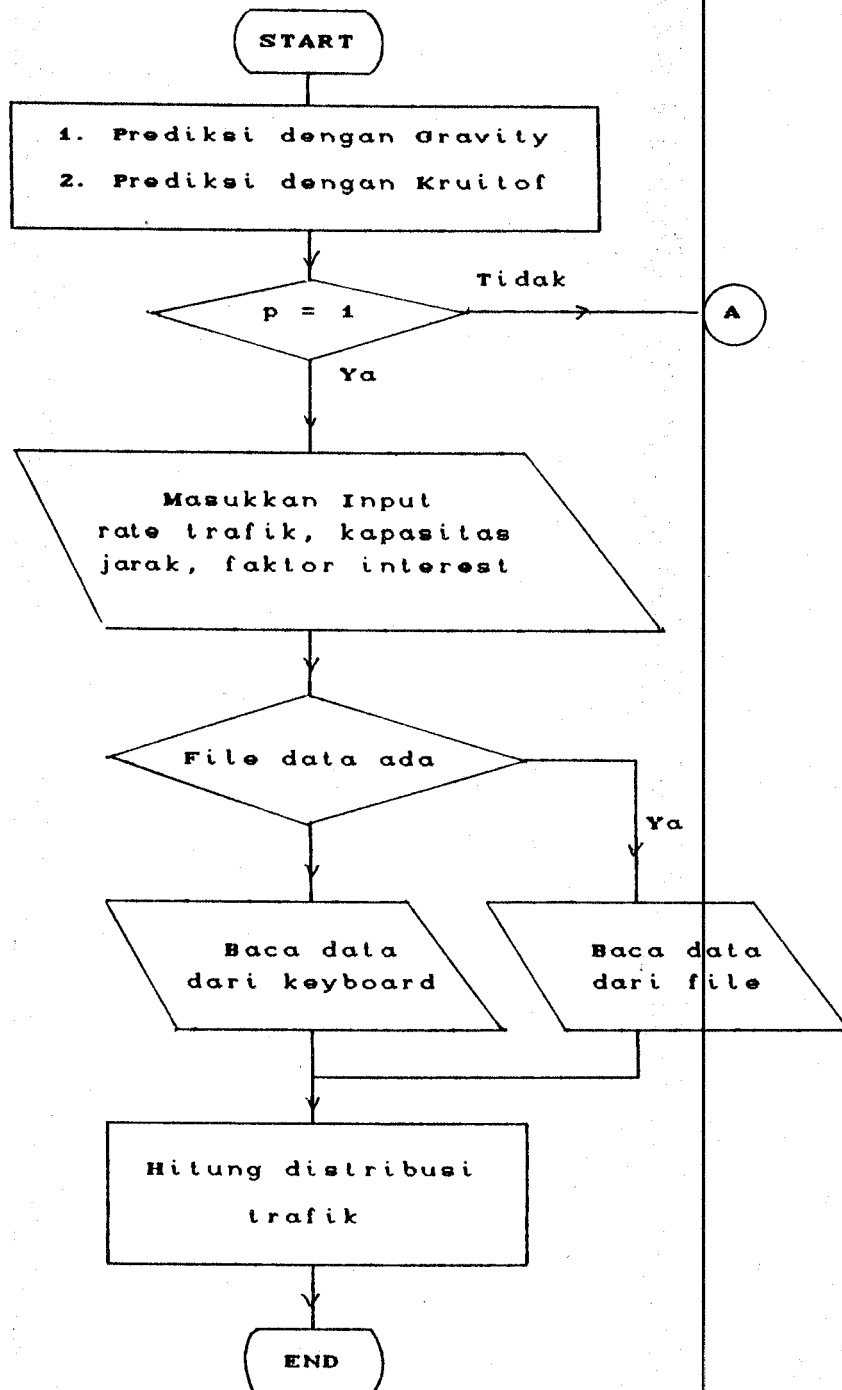
### III.5.2 DIAGRAM ALIR OPTIMASI JARINGAN PADA SONNET

Diagram alir optimasi jaringan yang dipergunakan Sonnet ini bisa dilihat pada gambar 3-4

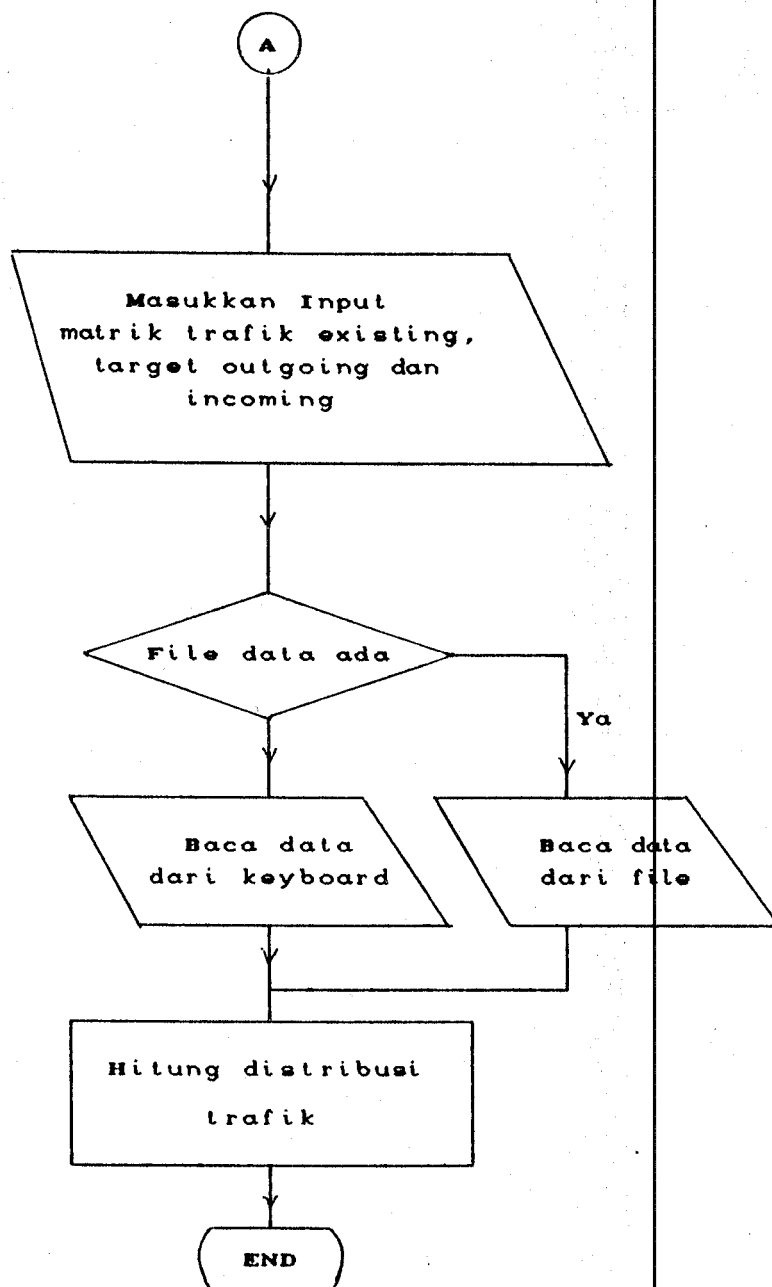
### III.6 SONNET REPORT

Dalam program ini pemakai dapat melihat input data maupun hasil dari optimasinya. Tampilan dapat disimpan dalam floppy disk. Adapun data-data yang dapat ditampilkan adalah:

1. Data masukan
  - Switching nodes
  - Matrik trafik
  - Routing (kemungkinan routing)
  - Trunk data
2. Data hasil perhitungan optimasi
  - Trunk demand
  - Routing hasil optimasi
  - Statistic Switching
  - Exchange detail

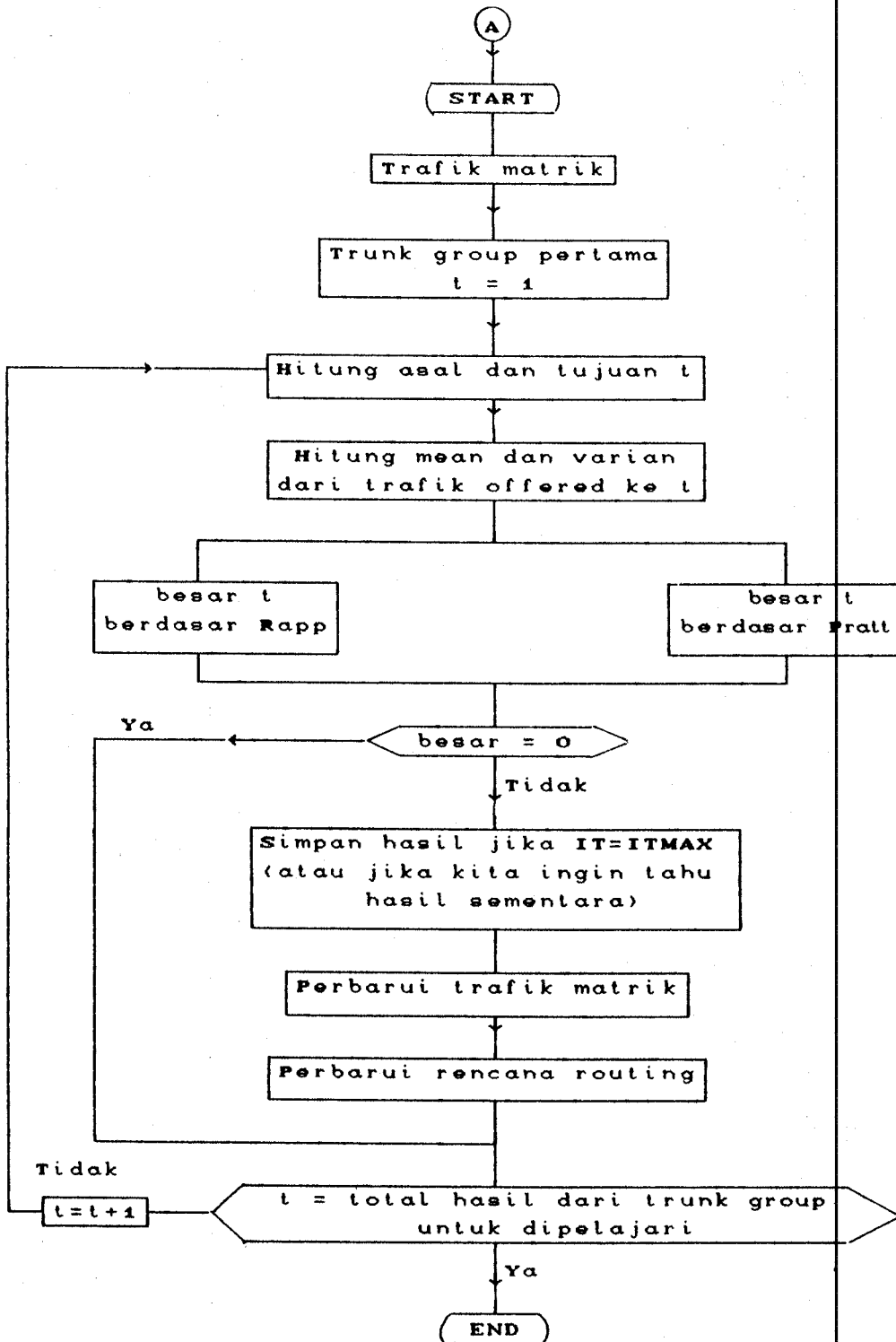


GAMBAR 3-3  
PREDIKSI TRAFIK



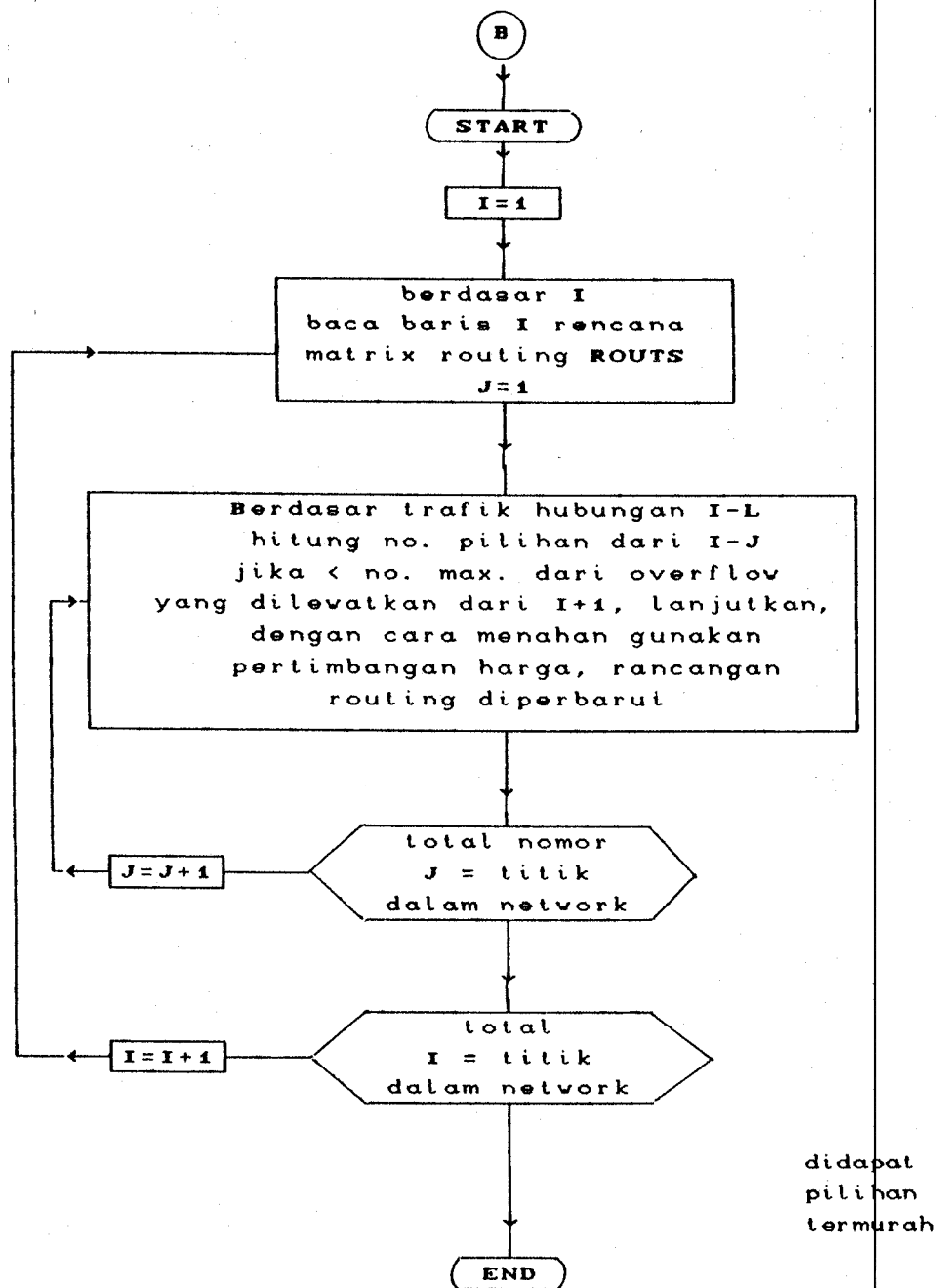
GAMBAR 3-3 (LANJUTAN)





GAMBAR 3-4 (LANJUTAN)





GAMBAR 3-4 (LANJUTAN)

## B A B    IV

### ANALISIS UNJUK KERJA SONNET

---

#### IV.1    U M U M

Dari pembahasan tentang Sonnet pada BAB III kita dapat melakukan optimasi jaringan dengan menggunakan paket program Sonnet. Dari sini dapat diketahui tentang kemampuan dari paket program Sonnet. Dari contoh optimasi yang akan dibahas pada bab ini, dapat diketahui bahwa alternate routing merupakan salah satu parameter yang berpengaruh dalam perencanaan suatu MEA.

Dalam merencanakan suatu Multi Exchange Area harus benar-benar optimal. Karena dalam perencanaan Multi Exchange Area ini diharapkan akan meningkatkan kualitas pelayanan. Yang dimaksud dengan kualitas pelayanan di sini adalah hal-hal yang berkaitan dengan kemampuan network dalam menangani hubungan telepon dari pelanggan. Salah satu parameter yang berpengaruh adalah alternate routing.

#### IV.2    DATA UNTUK OPTIMASI

Secara umum dalam merencanakan suatu Multi Exchange Area dengan menggunakan paket program Sonnet ini terdiri dari dua jenis data input yaitu data input yang

tetap dan data yang dapat berubah.

Input data yang tetap meliputi :

1. Nama sentral yang dirancang.

Nama sentral yang dirancang ini maksimum 85 buah sentral lokal.

2. Matrik trafik point-to point

3. Parameter sentral

4. Parameter trunk

Input data yang berubah meliputi :

1. Perencanaan sentral transit lokal
2. Batasan tentang trunkgroup network modularitas
3. Pola routing yang dikehendaki
4. Jenis trunk group (Uni/Bidirectional)
5. Prosentase blocking.

#### IV. 3 UNJUK KERJA SONNET

Berikut akan dibahas tentang kemampuan paket program Sonnet dalam merencanakan suatu Multi Exchange Area.

##### IV.3.1 PERHITUNGAN PREDIKSI TRAFIK

Sonnet mempunyai kemampuan dalam melakukan prediksi trafik masa mendatang. Metode yang digunakan ada dua yaitu Gravity method dan Kruithof method. Rumus dan cara perhitungan dengan kedua metode ini telah dibahas dalam

BAB III. Kemampuan ini dapat kita lihat langsung dalam program menu sonnet model.

#### IV.3.2 OPTIMASI ROUTING

Sangatlah tidak ekonomis bila trafik antara dua sentral dilewatkan sepenuhnya pada trunk langsung yang menghubungkan antara kedua sentral. Untuk itu dipakai metode alternate routing.

Alternate routing adalah pengaturan jalur aliran trafik dari suatu sentral ke sentral lain. Trafik dari kedua sentral tersebut dapat dibebankan pada rute group junction yang langsung menghubungkan kedua sentral, dapat pula dilewatkan melalui sentral transit.

Pada gambar 3-1 terlihat bahwa panggilan dari sentral i ke sentral j akan dilewatkan melalui rute langsung (direct route) sebagai pilihan pertama, tetapi bila junction pertama ini penuh maka trafik luapannya akan ditawarkan ke lintasan alternatif melalui sentral tandem T. Lintasan langsung I-J dinamakan High Usage (HU) dan lintasan pilihan terakhir atau lintasan terakhir dinamakan final route.

Pada gambar 3-1 terlihat bahwa ongkos untuk melewati sebagian trafik pada rute langsung dan rute alternatif akan lebih kecil bila dibandingkan ongkos melewati seluruh trafik pada rute langsung. Dari plot

tersebut, Titik P menandakan bahwa seluruh trafik dilewatkan pada rute alternatif, ongkos totalnya tinggi. Titik Q menandakan bahwa seluruh trafik dilewatkan pada rute langsung, ongkos totalnya juga tinggi. Ongkos total mencapai minimum pada titik O, dimana pada rute langsung terdapat sejumlah  $N_{opt}$  junction. Titik inilah yang akan dipakai dalam perencanaan.

Keuntungan lain dari alternate routing adalah meningkatnya efisiensi pemakaian saluran. Efisiensi ini didefinisikan sebagai trafik rata-rata yang dibawa oleh setiap saluran

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{Erlang}}{\text{Saluran}}$$

Sebagai gambaran dapat dipakai contoh berikut :

Misalkan antara sentral I dan sentral J dihubungkan oleh C sirkuit yang diberi beban trafik 6 erlang dengan GOS 1%. Bila seluruh trafik dilewatkan pada lintasan langsung maka diperlukan jumlah sirkuit sebanyak:

$$E(C,A) = \text{GOS}$$

$$E(C,6) = 0.01$$

$$C = 12$$

Jadi dibutuhkan sebanyak 12 sirkuit.

Dimisalkan pemakaian sirkuit selalu berurutan mulai dari sirkuit pertama sampai dengan sirkuit ke 12. Dengan

persamaan

$$l_c = A.[E(C-1,A)-E(C,A)]$$

dapat dihitung untuk

|       |       |                                   |
|-------|-------|-----------------------------------|
| C = 1 | _____ | $l_c = 6[E(0,6)-E(1,6)] = 0.8671$ |
| C = 2 | _____ | $l_c = 0.8229$                    |
| C = 3 | _____ | $l_c = 0.7790$                    |
| C = 4 | _____ | $l_c = 0.7236$                    |
| C = 5 | _____ | $l_c = 0.6550$                    |
| C = 6 | _____ | $l_c = 0.5729$                    |

Jumlah seluruh trafik dari ke-6 sirkit = 4.41 Erlang.

Beban trafik rata-rata tiap sirkit adalah  $6/12 = 0.5$  erlang. Jadi efisiensinya adalah 0.5. Namun dari perhitungan di atas terlihat bahwa 6 sirkit pertama membawa beban 4.41 erlang dengan trafik rata-rata per sirkit sebesar 0.735 erlang, sedangkan 6 sirkit lainnya hanya membawa beban 1.59 erlang dengan rata-rata tiap sirkit sebesar 0.265.

Dari contoh diatas terlihat bahwa, daripada menyediakan 12 sirkit pada lintasan utama lebih baik menyediakan 6 sirkit pada lintasan utama. Sehingga efisiensi sirkit pada lintasan utama akan mengalami kenaikan dari 0.5 menjadi 0.735, naik sekitar 46%. sedangkan trafik luapannya akan dilewatkan pada rute alternatif.

Pada paket program Sonnet ini terdapat pilihan untuk pola routingnya yaitu Direct, Direct+Near transit, Direct+Far transit, Direct+Far+Near transit dan Metropolitan. Dibawah ini akan diberikan contoh hasil optimasi Sonnet dengan masukan pola routing yang berbeda. Dari 28 sentral lokal yang matrik trafiknya diketahui dan matrik ongkosnya juga diketahui apabila semua lintasan dilewatkan pada rute langsung akan dibutuhkan trunk sebanyak 30630 jika sebagian trafiknya dilewatkan pada lintasan langsung dan trafik luapannya dilewatkan sentral transit maka trunk yang dibutuhkan akan menjadi jauh lebih sedikit. (lihat contoh perencanaan MEA).

#### IV.3.3 PERHITUNGAN JUNCTION

Suatu langkah optimasi yang simultan dari semua faktor/variabel penentu adalah tidak mungkin. Oleh karena itu perlu dipakai metoda iterasi, dan suatu network harus direncanakan berdasarkan asumsi yang berbeda yang berkaitan dengan struktur network.

##### IV.3.3.1 JUNCTION UNTUK HIGH USAGE

Pada rute dimana junction untuk *direct high usage* akan diterapkan, jumlah dari junction dapat dihitung dengan suatu cara dimana jumlah dari cost untuk junction high usage dan tandem serendah mungkin.

Untuk menentukan jumlah junction HU, rumus pendekatan berikut ini banyak diterapkan

$$F(n,A) = A \{ E(n,A) - E(n+1),A \} = \epsilon \cdot \delta$$

dimana :

- E : Derajat pelayanan (GOS)
- n : Jumlah sirkit high usage
- A : Trafik antar sentral yang ditawarkan
- F(n,A) : Fungsi perbaikan (tergantung pada penambahan sirkit dari n ke n+1.
- $\delta$  : Efisiensi dari kenaikan junction (0.6 - 0.8)
- $\epsilon$  : Cost ratio.

Sedangkan cost ratio dapat dihitung dari rumus:

$$\epsilon = \frac{B}{B_1 + B_2}$$

dimana :

- B : biaya lintasan langsung sentral 1 ke sentral 2
- B<sub>1</sub> : biaya lintasan sentral 1 ke sentral tandem
- B<sub>2</sub> : biaya lintasan sentral tandem ke sentral 2

Rumus di atas mempunyai kelemahan, yaitu memberikan terlalu banyak sirkit high usage bila cost ratio terlalu tinggi, sedang trafiknya rendah.

Suatu pendekatan yang lebih baik diberikan oleh rumus :



$$F(n,A) = e \cdot \{ 1 - 0.3 (1 - e^2) \}$$

yang mana sesuai dengan hasil perhitungan yang dikembangkan dengan komputer.

#### IV.3.3.2 JUNCTION DAN BIAYA PADA RUTE TRANSIT

Untuk menghitung jumlah junction yang diperlukan untuk menangani beban trafik puncak dapat digunakan Teori Acak Ekuivalen Wilkinson. Tetapi ada cara lain untuk menyelesaikan persoalan ini dengan menggunakan formula pendekatan Y.Rapp yaitu sebagai berikut :

1. Besar trafik persamaan dapat ditentukan sebagai berikut:

$$A = v_o + 3z(z - 1)$$

dimana :

$A$  = Trafik persamaan (Erlang)

$v_o$  = Variance trafik luapan

$z$  =  $v_o/m_o$  = vmr (variance to mean ratio)

2. Jumlah junction pada high usage dapat ditentukan dengan rumus :

$$C = A \left( \frac{m_o + z}{m_o + z - 1} \right) - m_o - 1$$

dimana

$C$  = jumlah junction pada high usage

$A$  = Trafik acak yang ditawarkan

$m_o$  = mean dari trafik luapan

$z$  = vmr trafik luapan

Andaikan besar trafik dari sentral A ke sentral B sampai dengan sentral M adalah (gambar 4.1).

Prosedur penentuan junction pada rute tandem adalah sebagai berikut:

$$m_o = 11.67 \quad ; \quad v_o = 25.21$$

$$vmr = 2.16$$

$$\text{maka } A = v + 3z(z - 1)$$

$$= 25.21 + 3 \cdot 2.16(216 - 1) = 32.73 \text{ Erl.}$$

Jumlah junction pada lintasan utama dapat diperoleh yaitu

$$S = A \left( \frac{m + z}{m + z - 1} \right) - m - 1$$

$$= 32.73 \left( \frac{11.67 + 2.16}{11.67 + 2.16 - 1} \right) - 17.24 - 1 = 22.6$$

Jadi  $S = 22$  saluran, karena jumlah junction harus bulat.

Untuk GOS sebesar 1% berarti trafik yang dianggap hilang (tidak dilayani) sebesar 1% dari trafik total yang ditawarkan yaitu sebesar 0.01 sehingga

$$A.E(S+R, A) = \text{trafik yang hilang}$$

$$32.73.E(S+R, 32.73) = 0.01$$

$$S + R = 42$$

$$22 + R = 42$$

$$R = 20$$

Jadi jumlah junction dari sentral A ke sentral tandem adalah 20.

Untuk formula Erlang B di atas rumusnya adalah:

$$E(C,A) = \frac{\frac{A^C}{C}}{1 + A + A^2 + \dots + \frac{A^C}{C!}}$$

di mana :

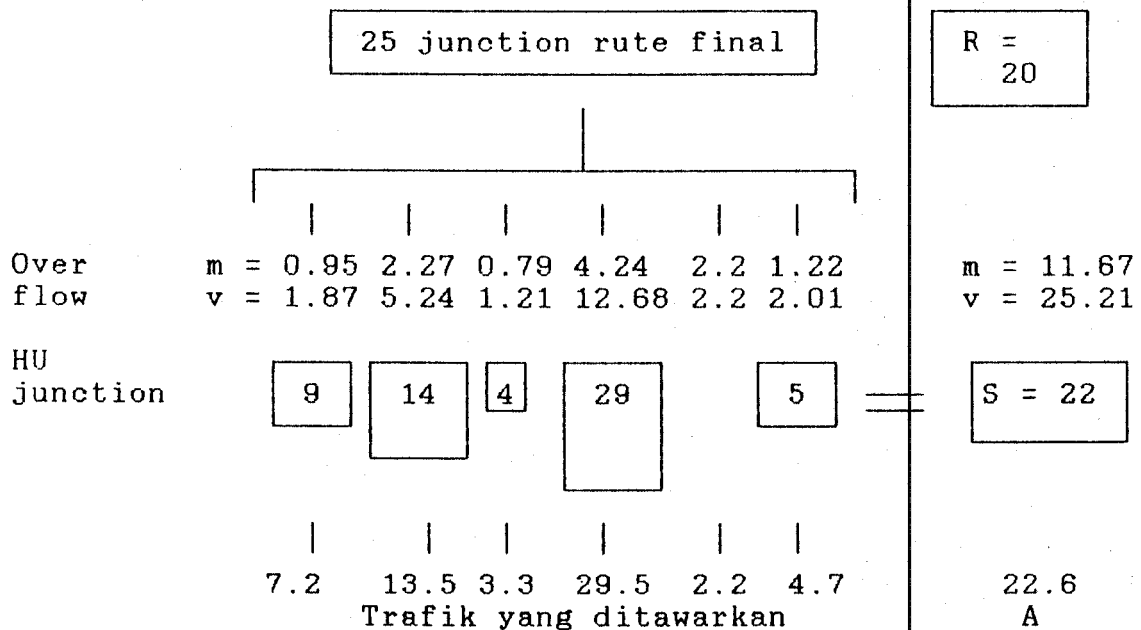
$E(C,A)$  : adalah probabilitas kemacetan

$A$  : mean trafik yang ditawarkan

$C$  : jumlah junction yang melayani trafik tersebut.

Trafik hilang 0.604

0.604



GAMBAR 4-1

PENGUNAAN RUMUS PENDEKATAN Y.RAPP

Rumus di atas mengandung operasi faktorial, sehingga untuk perhitungan dengan jumlah junction yang tinggi akan mengakibatkan kesalahan pada komputer. Oleh karena itu untuk keperluan komputasi dengan menggunakan komputer digunakan rumus rekursi sebagai berikut:

$$E(C,A) = \frac{A \cdot E(C-1,A)}{C + A \cdot E(C-1,A)}$$

dengan kondisi awal  $E(0,A) = 1$

Jadi untuk menghitung harga  $E(2,3.2)$  dapat dihitung sebagai berikut:

$$E(0,3.2) = 1$$

$$E(1,3.2) = \frac{(3.2)(1)}{2 + (3.2)(1)} = 0.7619$$

$$E(2,3.2) = \frac{(3.2)(0.7619)}{2 + (3.2)(0.7619)} = 0.5494$$

#### IV.3.4 PEMAKAIAN MODULARITAS PADA PARAMETER TRUNK

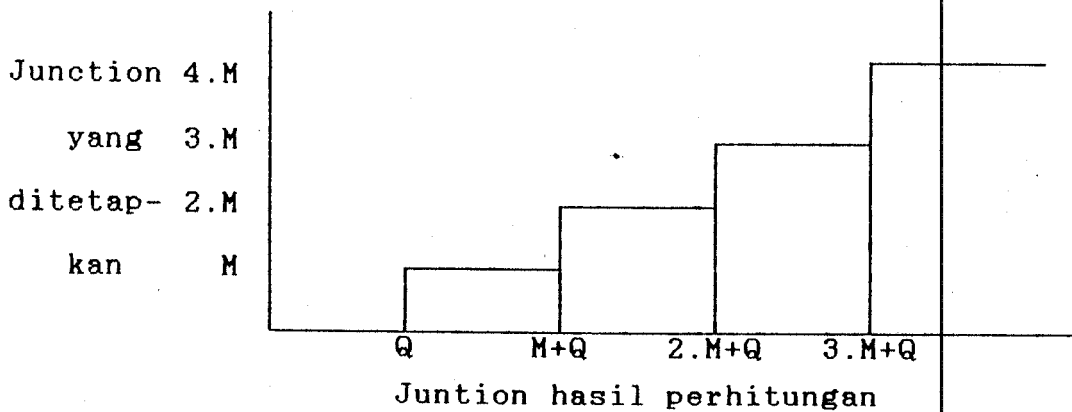
Pada parameter sentral terdapat pilihan untuk menggunakan modularitas yang kita gunakan. Pengaruh dari parameter tersebut adalah sebagai berikut:

##### 1. Pemakaian modularitas untuk junction pada High Usage.

Pada rute high usage, Sonnet akan membulatkan jumlah junction ke kelipatan dari modul digital yang terdekat. Misalnya jumlah kanal modul yang dispesifikasikan adalah M maka jumlah junction ditentukan menurut tabel berikut :

| Junction hasil perhitungan  | Junction yang ditetapkan |
|-----------------------------|--------------------------|
| $0 < N < Q-1$               | 0                        |
| $Q < N < M+Q-1$             | M                        |
| $M+Q < N < 2.M + Q-1$       | 2.M                      |
| $(K-1).M+Q < N < K.M + Q-1$ | K.M                      |

$Q = M/2$  ; M = jumlah kanal modul  
 K = bilangan bulat ; N = jumlah junction hasil perhitungan

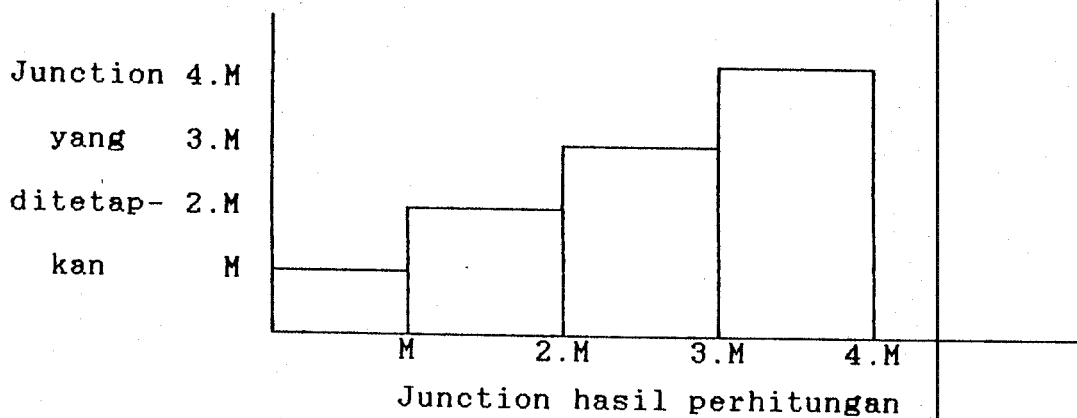


GAMBAR 4-2

#### JUNCTION HU PADA MODULARITAS

#### 2. Pemakaian modularitas untuk junction pada rute final

Pada rute final Sonnet akan membulatkan jumlah junction ke kelipatan modularitas di atasnya karena trafik hilang pada rute final tidak mempunyai alternatif untuk dilewatkan.



GAMBAR 4-3  
JUNCTION RUTE FINAL PADA MODULARITAS

#### IV.4. CONTOH PERENCANAAN MEA SURABAYA

Dalam contoh ini diketahui matrik trafik hasil prediksi untuk tahun 2000 dan matrik ongkosnya. Untuk input yang berubah yaitu pola routing yang digunakan dan jumlah sentral tandem yang digunakan. Disini dipilih menggunakan dua, dan empat sentral tandem. Jumlah sentral keseluruhan ada 28 buah sentral.

Untuk dua sentral tandem, dengan tandem sentral kebalen dengan sentral rungkut pola routing yang digunakan Direct+Near Tr didapatkan jumlah trunk sebanyak 16350 trunk, sedangkan untuk pola routing Direct+Far+Near didapatkan jumlah trunk sebanyak 16200 trunk.

Untuk empat sentral tandem dengan pola routing Direct jumlah trunk yang diperlukan sebanyak 30630 saluran sedangkan untuk pola routing Direct+Near didapat 16260 trunk, untuk pola routing Direct+Far Tr didapat trunk

sebanyak 17400 trunk. Untuk data yang terakhir yaitu pola Direct+Far+Near didapatkan trunk sebanyak 16110. Sedangkan sentral tandem yang dipilih yaitu sentral Kebalen, Rungkut, Mergoyoso dan sentral Tandes.

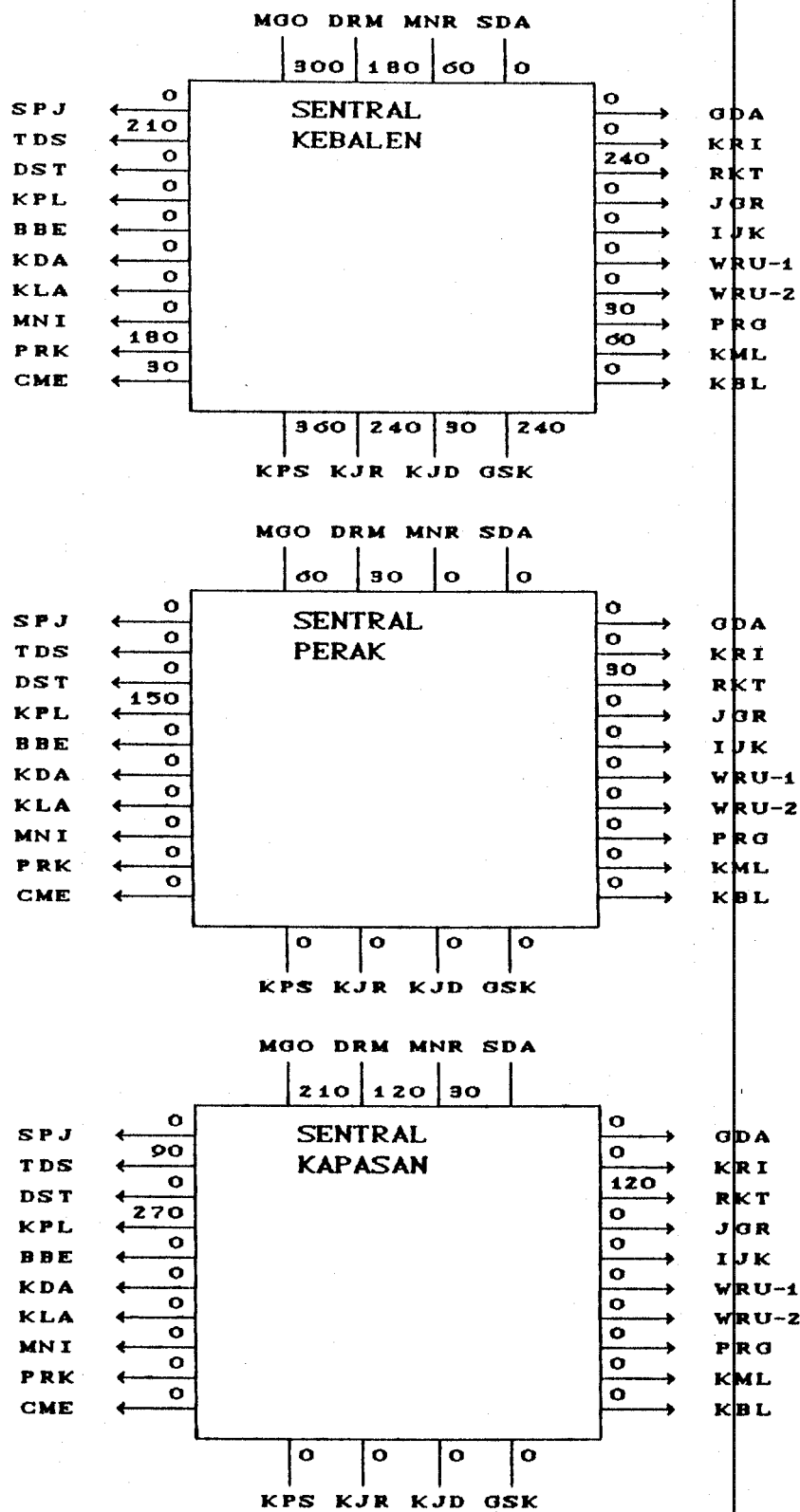
Dari keenam data yang dimasukkan tadi ternyata kemungkinan yang terakhir yang membutuhkan jumlah trunk yang paling sedikit sehingga pola routing dengan Direct+Far+Near inilah yang kita pilih.

Untuk data input dan output dari hasil optimasi dapat dilihat pada lampiran.

#### IV.4.1 KONFIGURASI NETWORK SURABAYA MULTI EXCHANGE AREA TAHUN 2000

Dari data hasil optimasi kita dengan mudah dapat membuat konfigurasi networknya. Data yang kita ambil sebagai acuan adalah hasil dari exchange detail hasil optimasi. Konfigurasi network yang kita dapatkan akan mempermudah untuk mengetahui jumlah trunk yang menghubungkan masing-masing sentral.

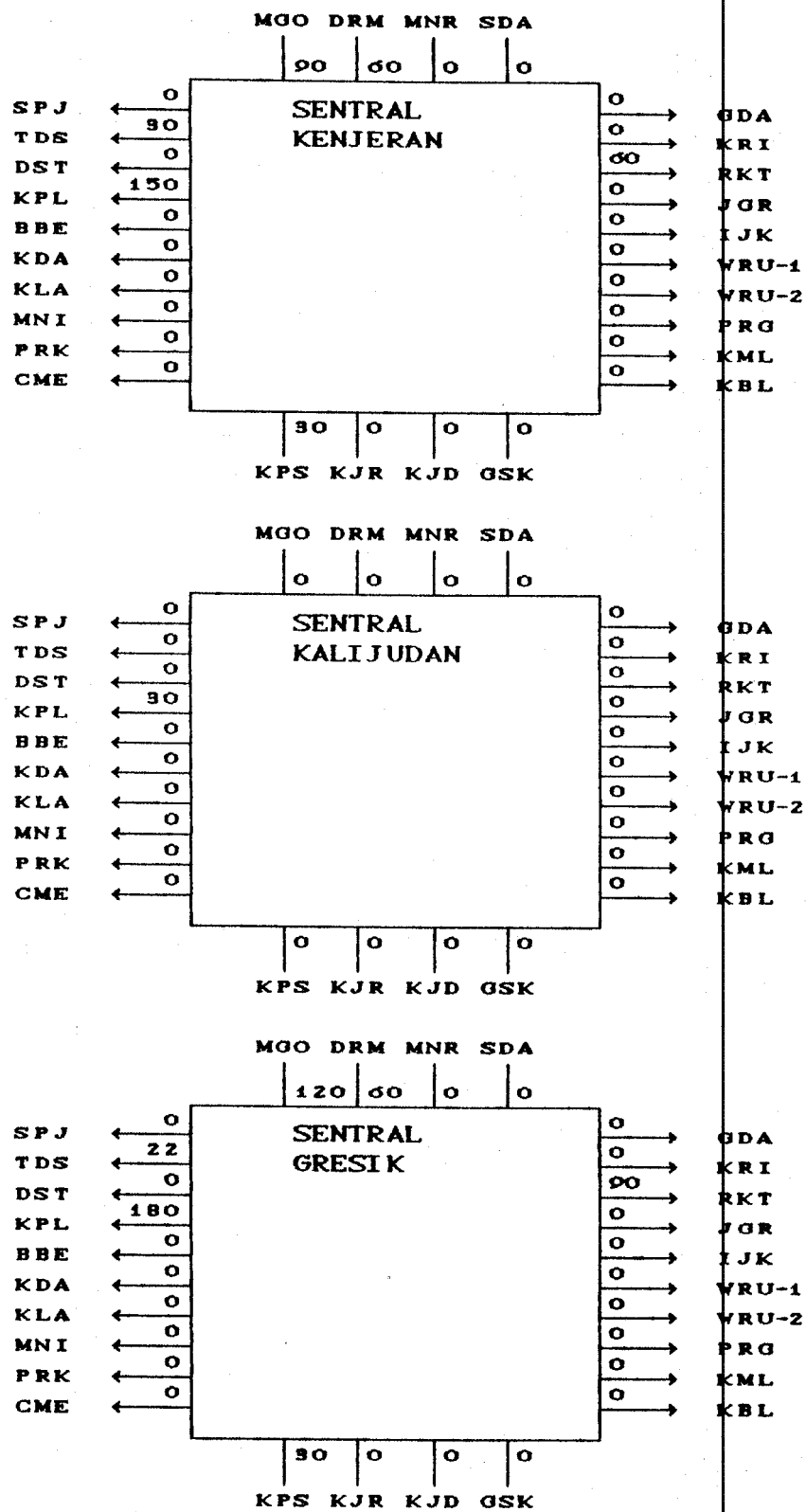
Berikut konfigurasi network yang didapatkan dari hasil optimasi.



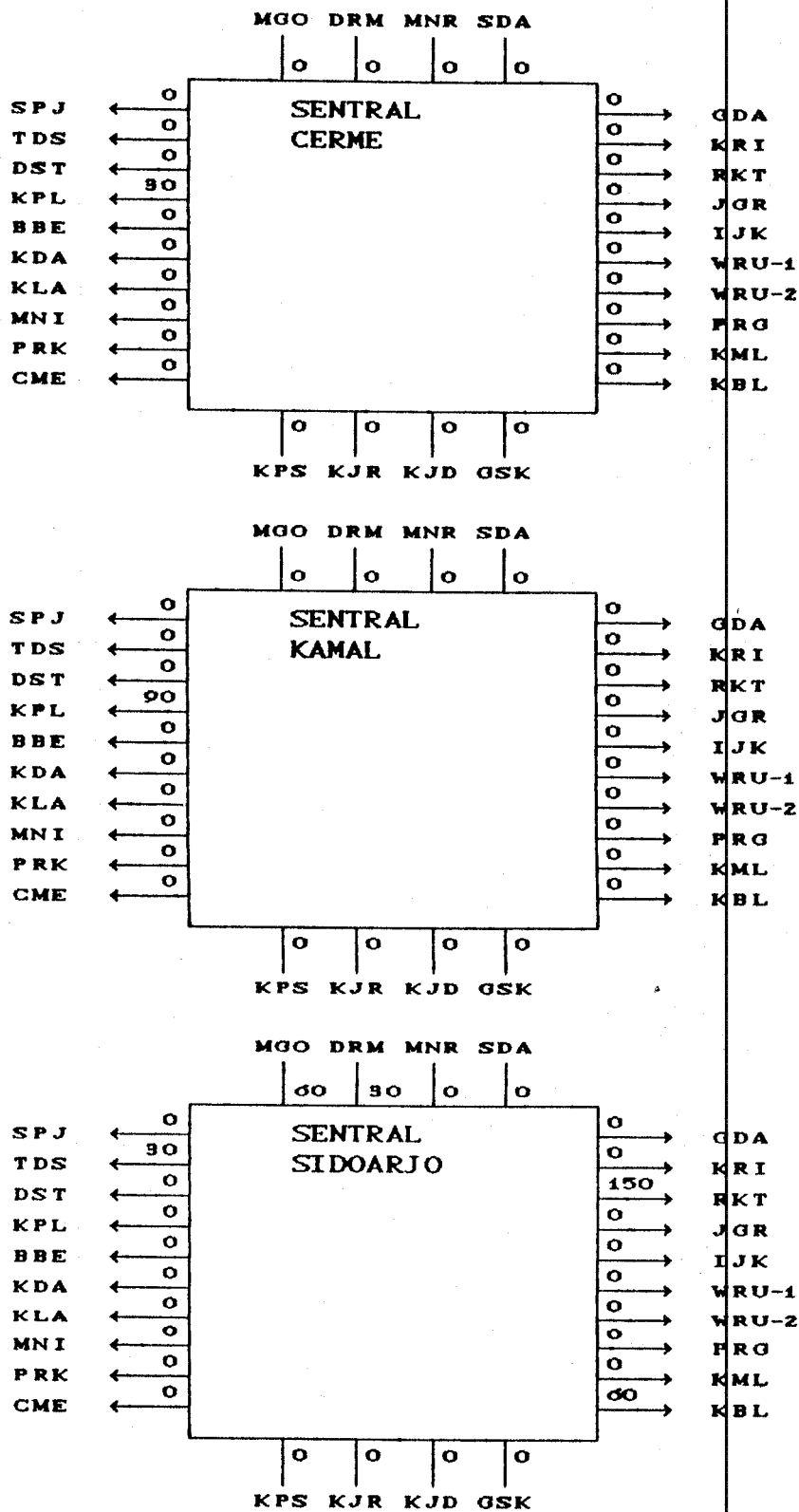
GAMBAR 4-4

CONFIGURASI NETWORK MEA SURABAYA TAHUN 2000

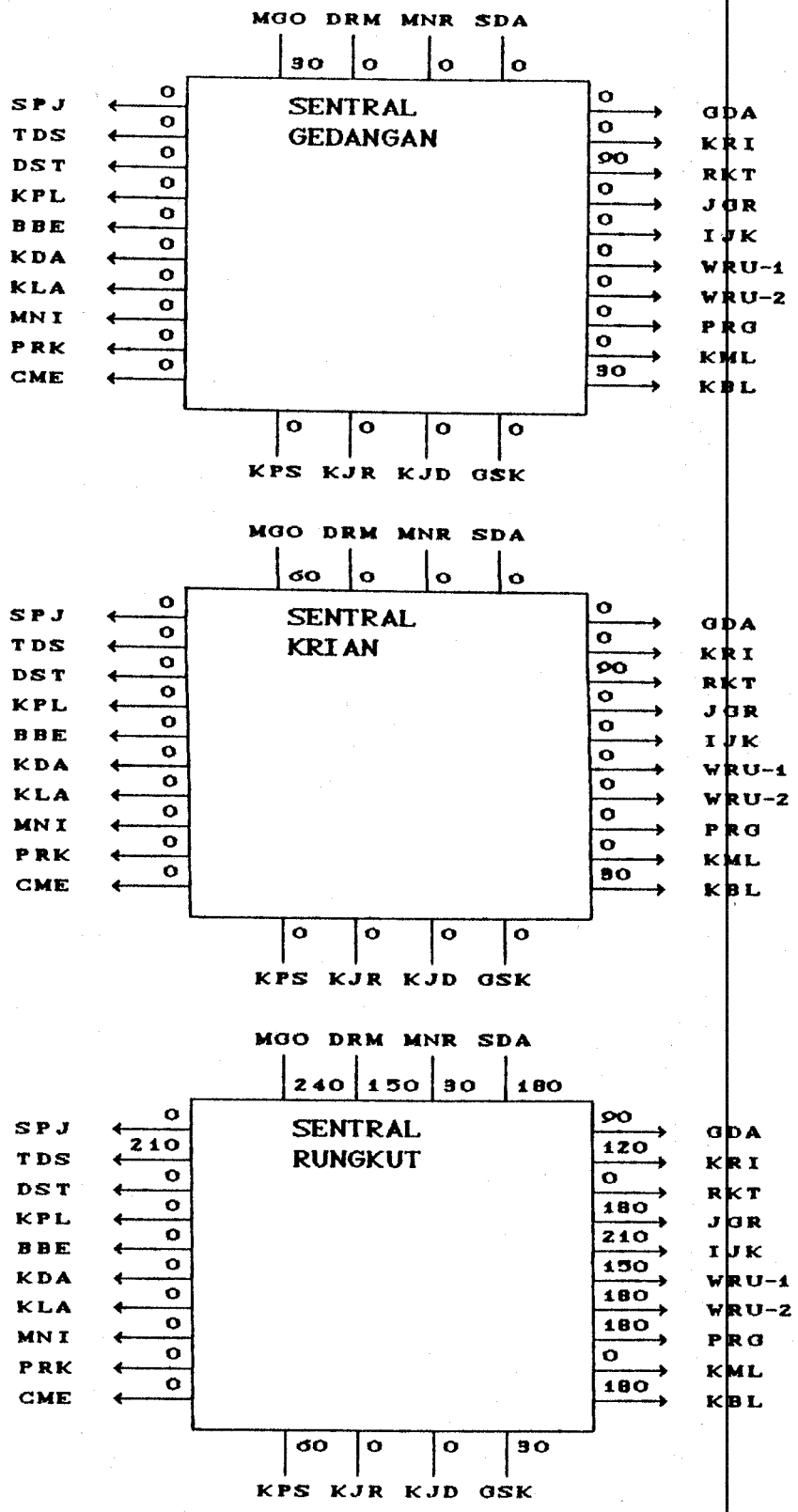




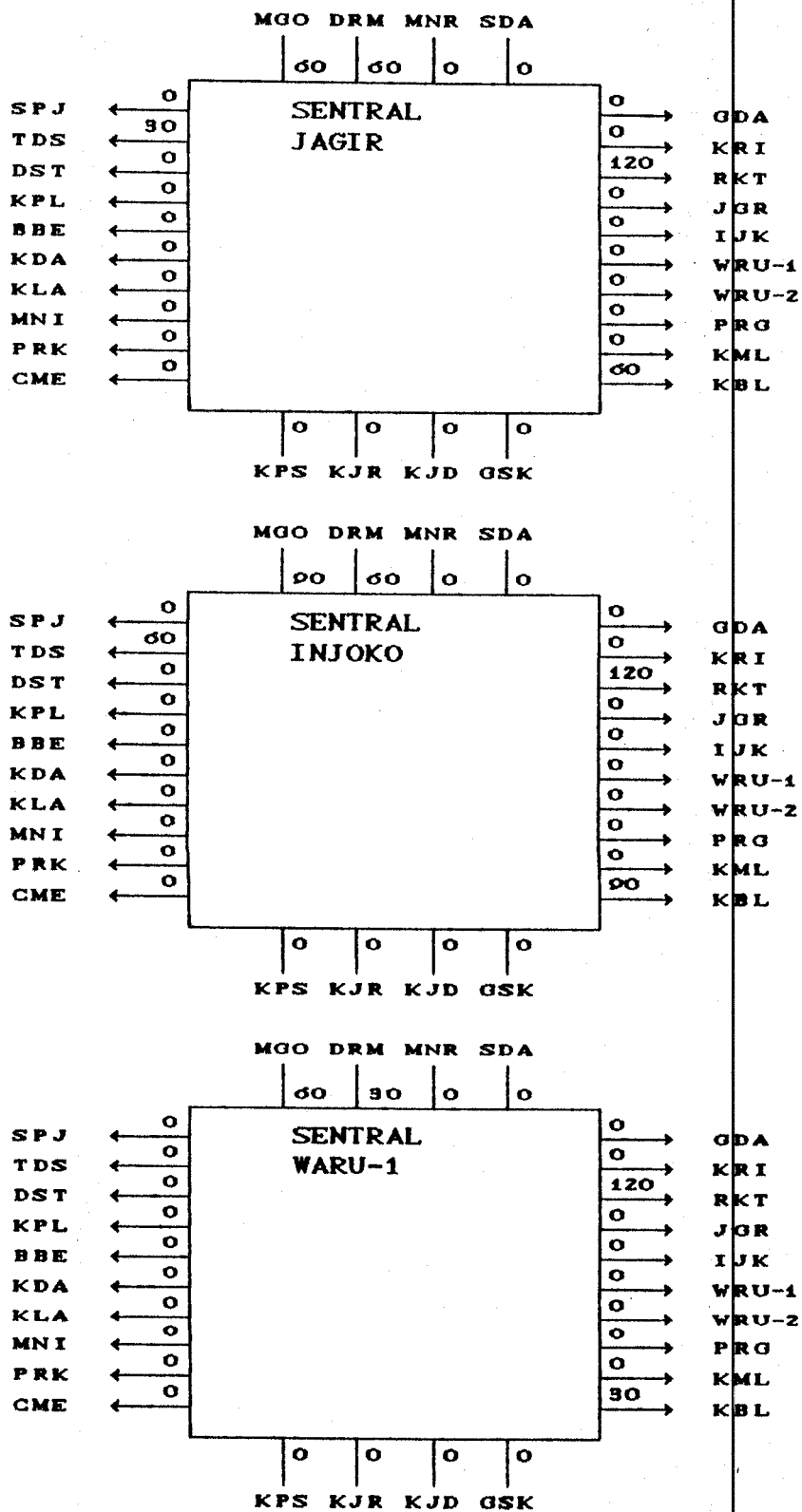
GAMBAR 4-4 (LANJUTAN)



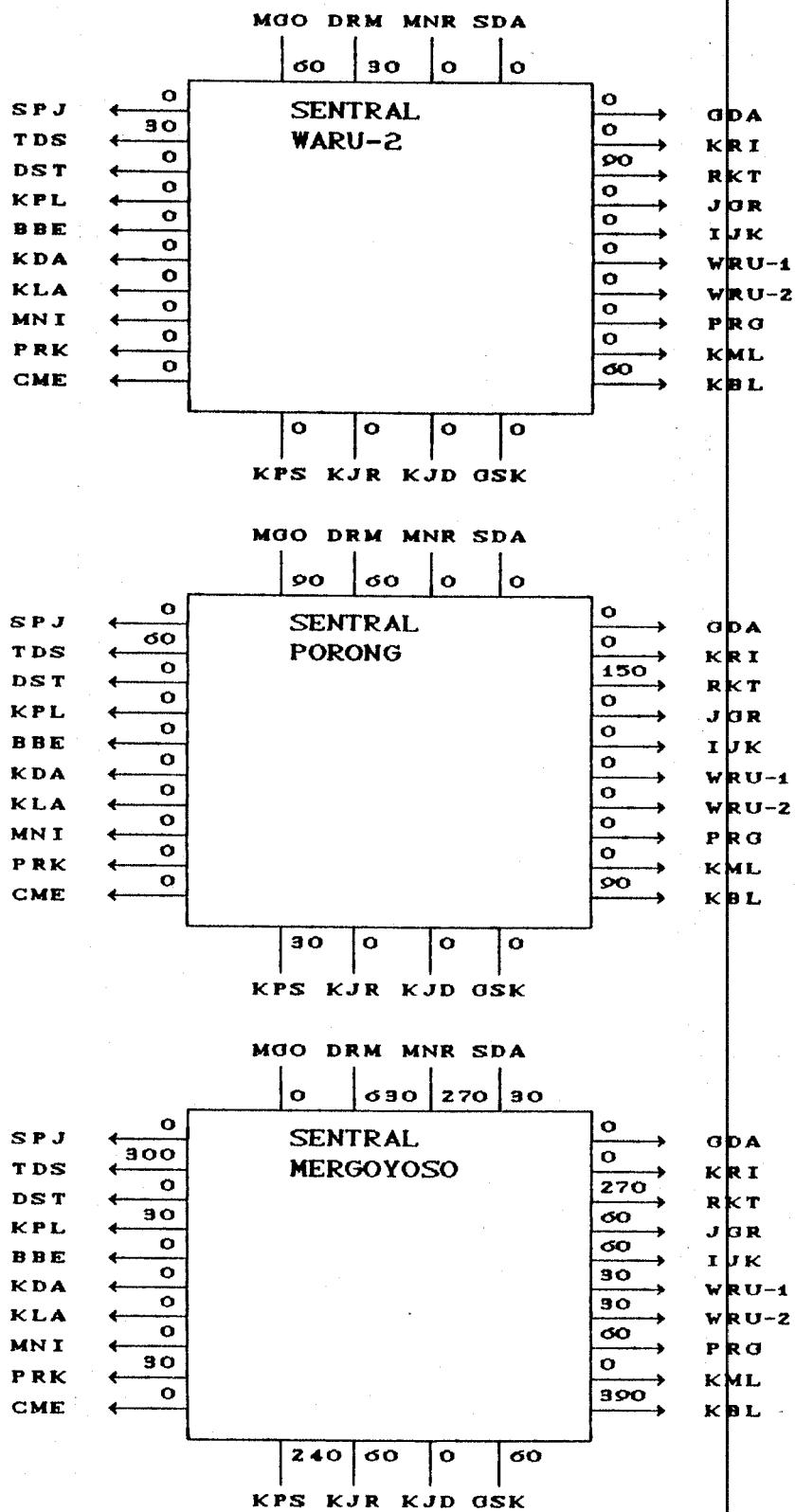
GAMBAR 4-4 (LANJUTAN)



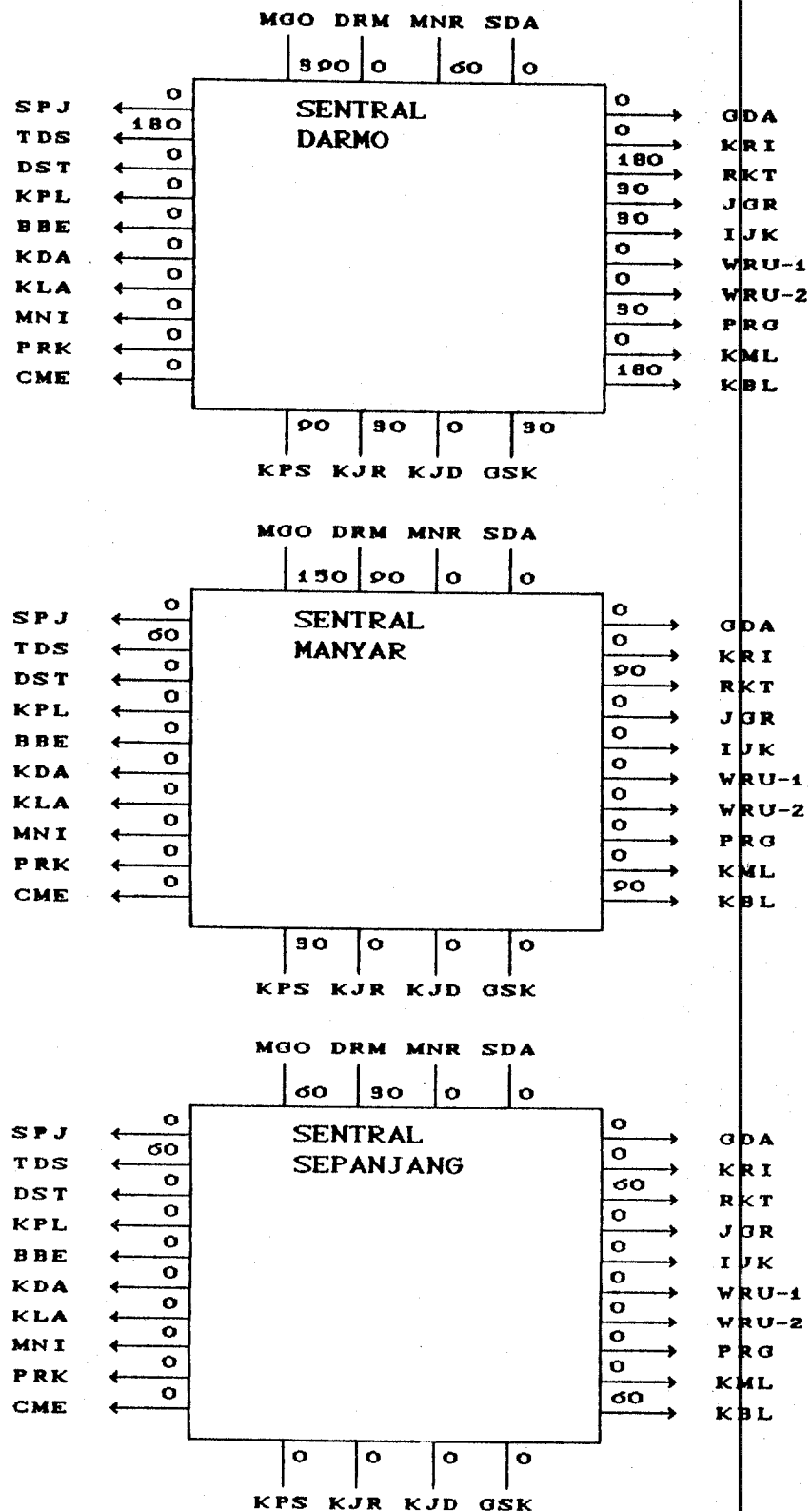
GAMBAR 4-4 (LANJUTAN)



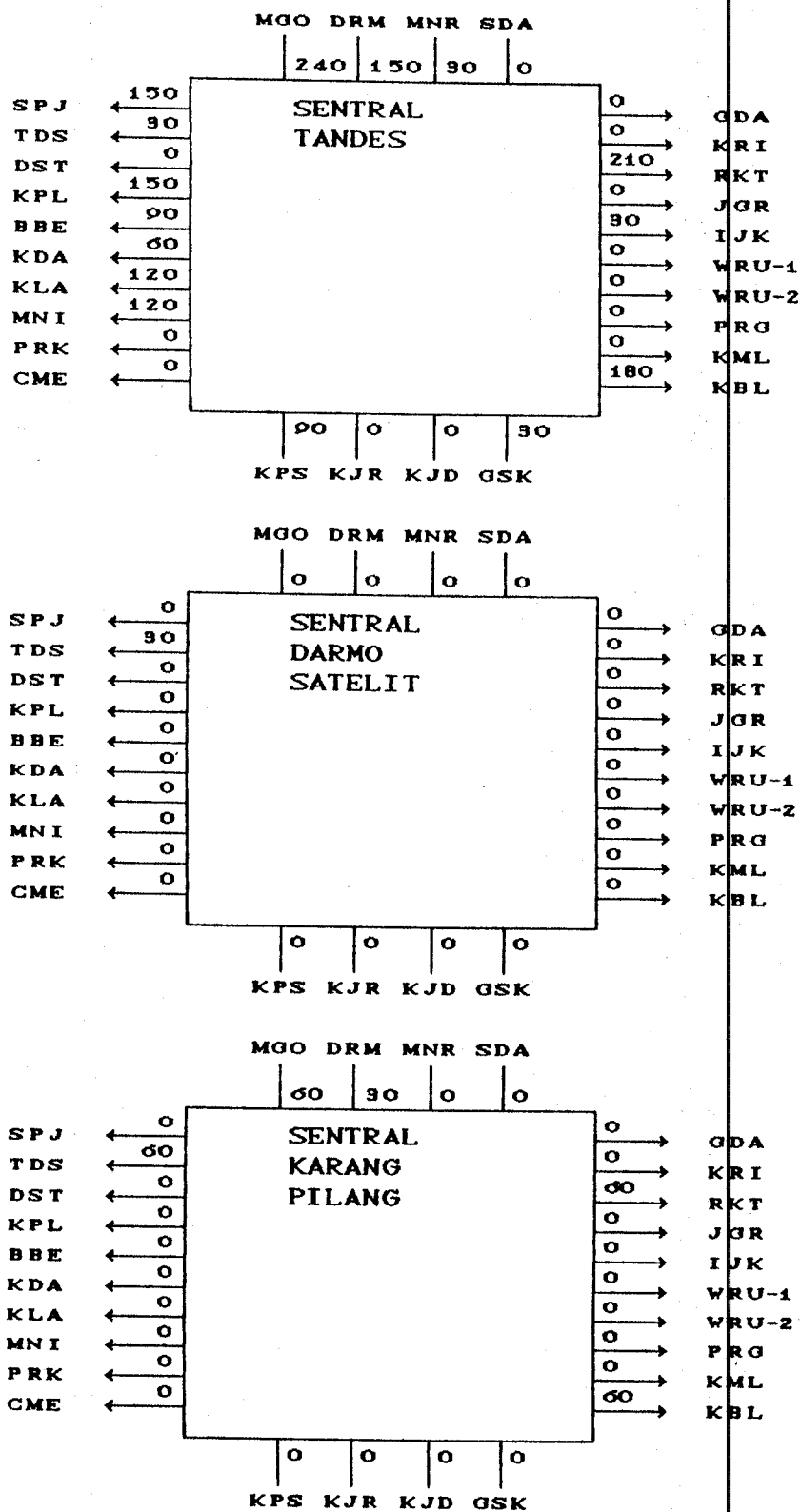
GAMBAR 4-4 (LANJUTAN)



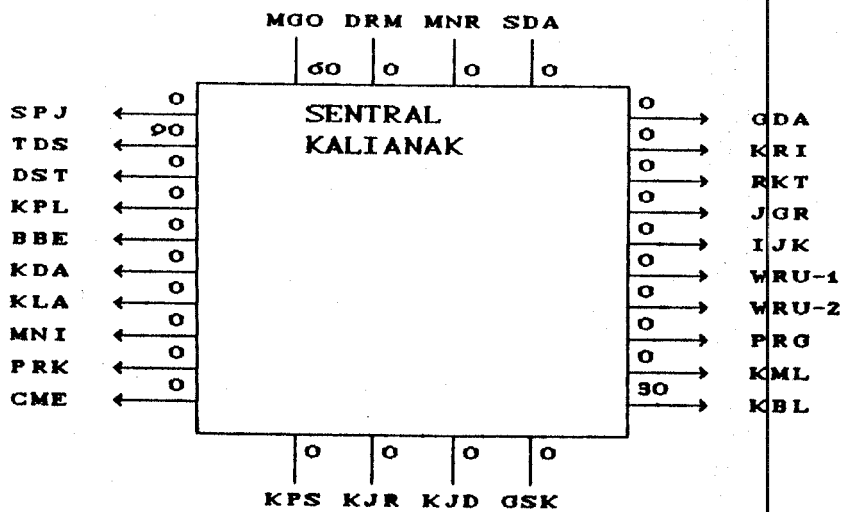
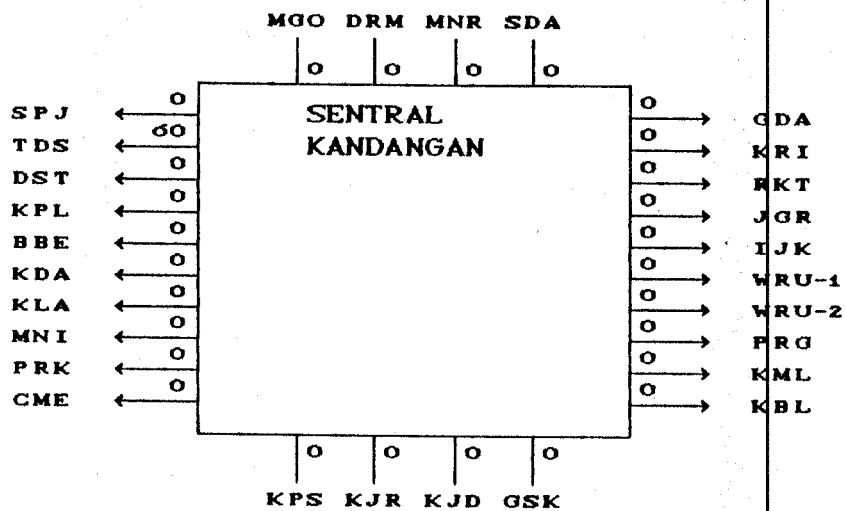
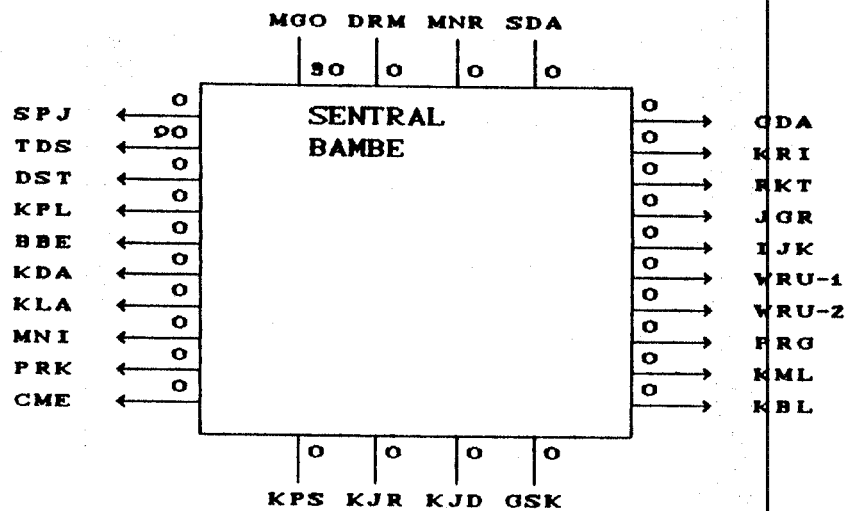
GAMBAR 4-4 (LANJUTAN)



GAMBAR 4-4 (LANJUTAN)

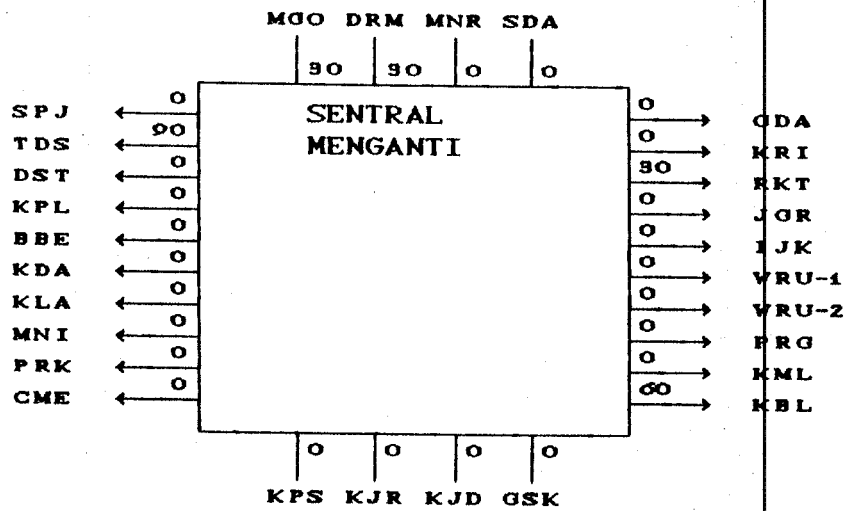


GAMBAR 4-4 (LANJUTAN)



GAMBAR 4-4 (LANJUTAN)





GAMBAR 4-4 (LANJUTAN)

## B A B    V

### KESIMPULAN DAN SARAN

---

#### V.1      KESIMPULAN

Dari pembahasan dan analisa yang dilakukan terhadap paket program Sonnet, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan sebuah jaringan telefoni yang efisien dan ekonomis, maka pemakaian trunk yang menghubungkan antara sentral dengan sentral dalam suatu network harus seoptimal mungkin.
2. Sonnet merupakan paket program yang dapat untuk mempermudah dan mempercepat dalam melakukan penghitungan jumlah trunk sehingga trunk yang digunakan benar-benar optimal.
3. Sonnet mempunyai kemampuan dalam membentuk alternatif routing dimana alternatif rotting merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mendapatkan jumlah trunk yang optimal.
4. Perhitungan jumlah trunk optimal dalam paket program Sonnet didasarkan pada jumlah trunk yang optimal merupakan fungsi dari ongkos.
5. Data yang dapat ditampilkan dari paket program ini berupa trunk demand, Routing hasil optimasi,

Statistik Switching dan Exchange details.

6. Data pokok yang harus ada dalam perhitungan jumlah trunk optimal adalah matrik trafik dan matrik ongkos.
7. Untuk mendapatkan jaringan *multi exchange area* yang optimal salah satu metode yang diterapkan adalah alternatif routing, teori Y.Rapp, rumus Erlang B dan teori acak ekivalen Wilkinson.

## V.2 SARAN-SARAN

Untuk mempermudah dalam pemakaiannya hendaknya Sonnet dapat dikembangkan untuk kondisi yang lebih cocok di tanah air. Sedangkan fungsi Sonnet yang lain hendaknya juga dapat dipelajari sehingga penggunaan paket program ini benar-benar optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

1. \_\_\_\_\_, *Draft Final Report - Study on Long Term and Medium Term Plan For Telecommunications Network in Surabaya and Surrounding Areas (Gerbang Kertosusila Area)*, Japan International Corporation Agency, Surabaya, November 1990.
2. \_\_\_\_\_, *Fundamental Technical Plan*, Directorate General of Post and Telecommunications Ministry of Tourism, Post and Telecommunications, Bandung, 1985.
3. \_\_\_\_\_, *Fundamental Technical Plan TELKOM 92 Rilis I*, PT Telekomunikasi Indonesia, Bandung, Februari 1992.
4. \_\_\_\_\_, *GAS 10 Handbook Planning Data and Forecasting Methods volume 1*, Consultative Committee for International Telephony, Geneva 1987.
5. \_\_\_\_\_, *GAS 10 Handbook Planning Data and Forecasting Methods volume 2*, Consultative Committee for International Telephony, Geneva 1987.
6. \_\_\_\_\_, *GAS 10 Handbook Planning Data and Forecasting Methods volume 3*, Consultative Committee for International Telephony, Geneva 1987.
7. \_\_\_\_\_, *Local Network Planning*, Consultative Committee for International Telephony, Geneva, 1979.
8. \_\_\_\_\_, *Network Hierarchy Plan*, Nippon Electronics Corporation, Japan, January 1991.
9. \_\_\_\_\_, *Peramalan Jasa Kebutuhan Telekomunikasi Repelita VI*

- (Th. 1994 - 2000) di Jawa Timur, Kerjasama WITEL VII - Unibraw, Malang 1991.
10. \_\_\_\_\_, *Petunjuk dan Pelaksanaan Perhitungan dan Analisa/ Evaluasi Parameter Network serta Langkah Tindaknya*, Subditbinajar Kantor Pusat Perumtel, Bandung 1990.
  11. \_\_\_\_\_, *Program for Traffic Distribution and Circuit Calculation*, The Nippon Telecommunications Consulting CO., LTD, Japan, June 1983.
  12. \_\_\_\_\_, *Routing Plan*, Nippon Electronics Corporation, Japan, January 1991.
  13. \_\_\_\_\_, *Struktur dan Fungsi Sentral Telepon Digital*, Pusdiklat Perumtel, Bandung, 1990.
  14. \_\_\_\_\_, *Teori Perhitungan Lalu Lintas*, Telecommunication Training Centre, Bandung.
  15. James R. Boucher, *Voice Teletraffic Systems Engineering*, Artech House Inc., Massachussets, 1988.
  16. \_\_\_\_\_, *Turbo Pascal Version 6.0 - Programmer's Guide*, Borland International, Inc., 1800 Green Hills Road, California, 1990.
  17. Lansun Lee, Ph.D, *An Introduction to Telecommunications Network Trafik Engineering*, Alta Telecom International Ltd, Edmonton, Alberta, Canada, 1986.
  18. Ramses R. Minna, *Introduction to Teletraffic Engineering*, Telephony Publishing Corporation, Chicago, 1974.
  19. Robert W. Lawson, *A Practical Guide to Teletraffic Engineering and Administration*, Telephony Publishing Corporation, 55 East Jackson Blvd, Chicago, Illionis 60604 USA, 1983.
  20. Roger L. Freeman, *Telecommunications System Engineering, Analog*

*and Digital Network Design*, John Wiley and Sons, New York, 1980.

21. Z. Iwan Suryadi, *Aneka Macro Lotus 123*, PT ELEX Media Komputindo, Jakarta, 1987.

| PRG   | MO    | DRM    | KNR   | SPJ   | TDS   | DST   | KPL   | BSE   | KDA   | KLA   | KNI   | OUTGOING   |
|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|
| 24,21 | 217,3 | 163,65 | 36,80 | 10,17 | 79,11 | 1,009 | 11,02 | 4,088 | 2,275 | 9,679 | 9,173 | 919,818501 |
| 5,310 | 41,84 | 27,497 | 7,002 | 2,016 | 13,96 | 0,201 | 2,197 | 0,839 | 0,458 | 1,984 | 1,890 | 204,463132 |
| 17,37 | 182,5 | 117,42 | 29,90 | 7,301 | 53,07 | 0,724 | 7,910 | 2,808 | 1,553 | 6,494 | 6,187 | 729,560389 |
| 8,809 | 74,22 | 52,571 | 18,89 | 3,488 | 21,30 | 0,333 | 3,572 | 1,392 | 0,667 | 2,514 | 2,936 | 336,967467 |
| 0,451 | 3,803 | 2,6941 | 0,968 | 0,178 | 1,091 | 0,017 | 0,183 | 0,071 | 0,034 | 0,128 | 0,150 | 17,9531983 |
| 12,55 | 92,53 | 71,185 | 16,97 | 5,996 | 38,07 | 0,575 | 6,285 | 1,921 | 1,438 | 5,554 | 5,752 | 468,839489 |
| 0,414 | 3,260 | 2,5083 | 0,597 | 0,206 | 1,341 | 0,020 | 0,221 | 0,069 | 0,050 | 0,195 | 0,207 | 18,3354579 |
| 0,999 | 9,456 | 6,8947 | 1,755 | 0,558 | 3,532 | 0,053 | 0,565 | 0,237 | 0,119 | 0,481 | 0,535 | 49,1778995 |
| 12,20 | 46,37 | 40,498 | 9,260 | 4,033 | 17,97 | 0,392 | 4,287 | 1,758 | 0,627 | 2,053 | 3,210 | 266,350884 |
| 4,915 | 18,68 | 16,317 | 3,731 | 1,625 | 7,243 | 0,158 | 1,727 | 0,708 | 0,252 | 0,827 | 1,293 | 111,052238 |
| 7,500 | 26,53 | 22,091 | 5,500 | 2,802 | 10,44 | 0,177 | 1,930 | 0,904 | 0,339 | 0,958 | 1,525 | 143,303374 |
| 18,57 | 146,3 | 133,65 | 29,88 | 11,55 | 60,66 | 0,956 | 10,45 | 3,535 | 1,603 | 5,302 | 7,034 | 710,804390 |
| 7,166 | 53,32 | 48,424 | 13,13 | 3,416 | 17,32 | 0,336 | 3,439 | 1,261 | 0,564 | 1,934 | 2,714 | 275,920386 |
| 7,918 | 58,92 | 56,983 | 10,97 | 5,758 | 24,18 | 0,575 | 4,063 | 1,677 | 0,707 | 2,260 | 3,179 | 317,297242 |
| 4,474 | 31,80 | 31,677 | 6,180 | 3,106 | 11,73 | 0,220 | 3,181 | 0,925 | 0,355 | 1,216 | 1,775 | 182,129644 |
| 5,678 | 38,40 | 35,499 | 8,242 | 2,980 | 13,87 | 0,265 | 3,318 | 1,068 | 0,441 | 1,451 | 2,072 | 213,830026 |
| 0     | 71,13 | 58,473 | 14,16 | 5,778 | 28,26 | 0,480 | 5,918 | 2,568 | 0,960 | 3,205 | 5,170 | 394,965701 |
| 46,30 | 0     | 429,12 | 87,65 | 23,46 | 177,1 | 2,971 | 26,13 | 9,512 | 5,247 | 19,03 | 20,45 | 1877,27411 |
| 26,46 | 298,3 | 0      | 48,87 | 15,60 | 98,79 | 1,764 | 16,32 | 5,405 | 2,925 | 10,02 | 11,40 | 1098,68297 |
| 9,868 | 93,80 | 75,235 | 0     | 4,768 | 27,86 | 0,463 | 5,068 | 1,759 | 0,877 | 3,178 | 3,795 | 434,129064 |
| 5,028 | 31,36 | 30,011 | 5,956 | 0     | 14,50 | 0,201 | 1,873 | 1,300 | 0,472 | 1,435 | 2,247 | 176,704899 |
| 16,71 | 160,9 | 129,06 | 23,64 | 9,854 | 0     | 1,114 | 11,43 | 3,542 | 2,445 | 8,378 | 8,423 | 708,695756 |
| 0,401 | 3,819 | 3,2617 | 0,557 | 0,194 | 1,576 | 0     | 0,247 | 0,110 | 0,039 | 0,181 | 0,212 | 17,9526533 |
| 5,023 | 34,08 | 31,743 | 6,174 | 1,826 | 16,41 | 0,251 | 0     | 1,226 | 0,548 | 1,486 | 2,359 | 181,017219 |
| 2,745 | 15,62 | 12,770 | 2,699 | 1,597 | 6,406 | 0,141 | 1,545 | 0     | 0,245 | 0,741 | 1,227 | 81,8870792 |
| 0,837 | 7,032 | 5,6401 | 1,098 | 0,473 | 3,608 | 0,040 | 0,563 | 0,200 | 0     | 0,441 | 0,644 | 35,3683922 |
| 2,612 | 23,83 | 18,052 | 3,718 | 1,344 | 11,55 | 0,176 | 1,427 | 0,564 | 0,412 | 0     | 1,420 | 117,669128 |
| 5,208 | 31,64 | 25,381 | 5,487 | 2,601 | 14,35 | 0,256 | 2,890 | 1,153 | 0,744 | 1,756 | 0     | 164,364384 |
| 407,4 | 2553, | 2645,2 | 499,3 | 148,9 | 1079, | 14,01 | 155,1 | 54,53 | 26,98 | 99,18 | 123,5 | 10254,5350 |

|   | MNR    | SPJ    | TDS    | DST   | KPL   | EBR    | KDA    | KLA   | MRI    |
|---|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|
| 5 | 644,6  | 658,8  | 1111,6 | 656   | 656   | 664,1  | 653,1  | 642   | 669,9  |
| 9 | 647,8  | 661,3  | 650,1  | 658,5 | 658,5 | 658,1  | 655,6  | 641,5 | 664,9  |
| 4 | 646,8  | 660,8  | 649,6  | 658   | 658   | 666    | 655,1  | 644   | 671,9  |
| 5 | 650,9  | 664,8  | 653,6  | 662   | 662   | 670,1  | 659,1  | 648   | 675,9  |
| 5 | 650,9  | 664,8  | 653,6  | 662   | 662   | 670,1  | 659,1  | 648   | 675,9  |
| 9 | 943,3  | 957,2  | 946    | 954,4 | 954,4 | 962,5  | 951,5  | 940,4 | 968,3  |
| 9 | 659,3  | 673,2  | 662    | 670,4 | 670,4 | 678,5  | 667,5  | 656,4 | 684,3  |
| 5 | 2804,9 | 2818,8 | 2807,6 | 2816  | 2816  | 2816,6 | 2813,1 | 656,4 | 2829,9 |
| 6 | 663,5  | 651,6  | 660,8  | 669,2 | 669,2 | 677,2  | 666,2  | 658,7 | 683    |
| 6 | 663,5  | 651,6  | 660,8  | 669,2 | 669,2 | 677,2  | 666,2  | 658,7 | 683    |
| 6 | 947,5  | 935,6  | 944,8  | 953,2 | 953,2 | 961,2  | 950,2  | 942,7 | 967    |
| 4 | 648,4  | 646,1  | 645,6  | 654   | 654   | 662    | 651,1  | 651,1 | 667,9  |
| 4 | 652    | 649,7  | 649,2  | 657,6 | 657,6 | 665,6  | 654,7  | 654,7 | 671,5  |
| 8 | 650,8  | 643,7  | 648    | 656,4 | 656,4 | 664,4  | 653,5  | 653,5 | 670,3  |
| 2 | 653,2  | 641,3  | 650,4  | 658,8 | 658,8 | 666,8  | 655,9  | 655,9 | 672,7  |
| 1 | 657    | 645,1  | 654,2  | 662,6 | 662,6 | 670,7  | 659,7  | 659,7 | 670,7  |
| 3 | 671,8  | 659,9  | 669    | 677,4 | 677,4 | 685,4  | 674,5  | 674,5 | 691,3  |
| 8 | 641,2  | 655,1  | 644    | 652,4 | 652,4 | 660,4  | 649,4  | 649,4 | 666,2  |
| 6 | 644    | 652,4  | 641,2  | 649,6 | 649,6 | 657,6  | 646,7  | 646,7 | 663,5  |
| 4 | 636    | 660,3  | 649,1  | 657,5 | 657,5 | 665,6  | 654,6  | 654,6 | 671,4  |
| 4 | 660,3  | 636    | 647,2  | 638,8 | 638,8 | 646,8  | 652,7  | 652,7 | 652,7  |
| 2 | 649,1  | 647,2  | 636    | 644,4 | 644,4 | 652,4  | 641,5  | 641,5 | 658,3  |
| 6 | 657,5  | 638,8  | 644,4  | 636   | 636   | 644    | 649,9  | 649,9 | 649,9  |
| 6 | 657,5  | 638,8  | 644,4  | 636   | 636   | 644    | 649,9  | 649,9 | 649,9  |
| 6 | 665,6  | 646,8  | 652,4  | 644   | 644   | 636    | 657,9  | 657,9 | 657,5  |
| 7 | 654,6  | 652,7  | 641,5  | 649,9 | 649,9 | 657,9  | 636    | 647   | 657,9  |
| 7 | 654,6  | 652,7  | 641,5  | 649,9 | 649,9 | 657,9  | 647    | 646   | 663,8  |
| 5 | 671,4  | 652,7  | 658,3  | 649,9 | 649,9 | 657,5  | 657,9  | 663,8 | 636    |



# Switched Network Statistics

## -number of trunkgroups

|            | analog | digital | total | (perc) | efficiency |
|------------|--------|---------|-------|--------|------------|
| high usage | 0      | 99      | 99    | 62.3%  | 87.2%      |
| final      | 0      | 60      | 60    | 37.7%  | 77.4%      |
| TOTAL      | 0      | 159     | 159   | 100.0% | 81.2%      |

## -number of trunks

|            | analog | digital | total | (perc) |
|------------|--------|---------|-------|--------|
| high usage | 0      | 6240    | 6240  | 38.7%  |
| final      | 0      | 9870    | 9870  | 61.3%  |
| TOTAL      | 0      | 16110   | 16110 | 100.0% |

## - trunkgroup sizes

|            | smallest | largest | mean  |
|------------|----------|---------|-------|
| high usage | 30       | 240     | 63.0  |
| final      | 30       | 630     | 164.5 |

**MATRIK KEBUTUHAN SIRKIT  
JARINGAN PENGHUBUNG MEA SURABAYA  
TAHUN 2000**

| NO    | NO       | 1    | 2   | 3   | 4   | 5  | 6   | 7  |
|-------|----------|------|-----|-----|-----|----|-----|----|
|       | SENTRAL  |      |     |     |     |    |     |    |
| 1.    | KEBALEN  |      | 180 | 360 | 240 | 30 | 240 | 30 |
| 2.    | PERAK    | 150  |     |     |     |    |     |    |
| 3.    | KAPASAN  | 270  |     |     |     |    |     |    |
| 4.    | KENJERAN | 150  |     | 30  |     |    |     |    |
| 5.    | KLJUDAN  | 30   |     |     |     |    |     |    |
| 6.    | GRESIK   | 180  |     | 30  |     |    |     |    |
| 7.    | CERME    | 30   |     |     |     |    |     |    |
| 8.    | KAMAL    | 90   |     |     |     |    |     |    |
| 9.    | SIDOARJO | 60   |     |     |     |    |     |    |
| 10.   | GEDANGAN | 30   |     |     |     |    |     |    |
| 11.   | KRIAN    | 30   |     |     |     |    |     |    |
| 12.   | RUNGKUT  | 180  |     | 60  |     |    | 30  |    |
| 13.   | JAGIR    | 60   |     |     |     |    |     |    |
| 14.   | INJOKO   | 90   |     |     |     |    |     |    |
| 15.   | WARU-1   | 30   |     |     |     |    |     |    |
| 16.   | WARU-2   | 60   |     |     |     |    |     |    |
| 17.   | PORONG   | 90   |     | 30  |     |    |     |    |
| 18.   | HGYOSO   | 390  | 30  | 240 | 60  |    | 60  |    |
| 19.   | DARMO    | 180  |     | 90  | 30  |    | 30  |    |
| 20.   | MANYAR   | 90   |     | 30  |     |    |     |    |
| 21.   | SPJANG   | 60   |     |     |     |    |     |    |
| 22.   | TANDES   | 180  |     | 90  |     |    | 30  |    |
| 23.   | DRM SAT  |      |     |     |     |    |     |    |
| 24.   | KR.PIL   | 60   |     |     |     |    |     |    |
| 25.   | BAMBE    |      |     |     |     |    |     |    |
| 26.   | KANDANG  |      |     |     |     |    |     |    |
| 27.   | KLANAK   | 30   |     |     |     |    |     |    |
| 28.   | MENGANTI | 60   |     |     |     |    |     |    |
| TOTAL |          | 2580 | 210 | 960 | 330 | 30 | 390 | 30 |

**MATRIK KEBUTUHAN SIRKIT  
JARINGAN PENGHUBUNG MEA SURABAYA  
TAHUN 2000**

| NO    | NO<br>SENTRAL | 8  | 9   | 10 | 11  | 12   | 13  | 14  |
|-------|---------------|----|-----|----|-----|------|-----|-----|
| 1.    | KEBALEN       | 60 |     |    |     | 240  |     |     |
| 2.    | PERAK         |    |     |    |     | 30   |     |     |
| 3.    | KAPASAN       |    |     |    |     | 120  |     |     |
| 4.    | KENJERAN      |    |     |    |     | 60   |     |     |
| 5.    | KLJUDAN       |    |     |    |     |      |     |     |
| 6.    | GRESIK        |    |     |    |     | 90   |     |     |
| 7.    | CERME         |    |     |    |     |      |     |     |
| 8.    | KAMAL         |    |     |    |     |      |     |     |
| 9.    | SIDOARJO      |    |     |    |     | 150  |     |     |
| 10.   | GEDANGAN      |    |     |    |     | 90   |     |     |
| 11.   | KRIAN         |    |     |    |     | 90   |     |     |
| 12.   | RUNGKUT       |    | 180 | 90 | 120 |      | 180 | 210 |
| 13.   | JAGIR         |    |     |    |     | 120  |     |     |
| 14.   | INJOKO        |    |     |    |     | 120  |     |     |
| 15.   | WARU-1        |    |     |    |     | 120  |     |     |
| 16.   | WARU-2        |    |     |    |     | 90   |     |     |
| 17.   | PORONG        |    |     |    |     | 150  |     |     |
| 18.   | MGYOSO        |    | 30  |    |     | 270  | 60  | 60  |
| 19.   | DARMO         |    |     |    |     | 180  | 30  | 30  |
| 20.   | MANYAR        |    |     |    |     | 90   |     |     |
| 21.   | SPJANG        |    |     |    |     | 60   |     |     |
| 22.   | TANDES        |    |     |    |     | 210  |     | 30  |
| 23.   | DRM SAT       |    |     |    |     |      |     |     |
| 24.   | KR.PIL        |    |     |    |     | 60   |     |     |
| 25.   | BAMBE         |    |     |    |     |      |     |     |
| 26.   | KANDANG       |    |     |    |     |      |     |     |
| 27.   | KLANAK        |    |     |    |     |      |     |     |
| 28.   | MENGANTI      |    |     |    |     | 30   |     |     |
| TOTAL |               | 60 | 210 | 90 | 120 | 2370 | 270 | 330 |

**MATRIK KEBUTUHAN SIRKIT  
JARINGAN PENGHUBUNG MEA SURABAYA  
TAHUN 2000**

| NO           | NO<br>SENTRAL | 15         | 16         | 17         | 18          | 19          | 20         | 21         |
|--------------|---------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|
| 1.           | KEBALEN       |            |            | 30         | 300         | 180         | 60         |            |
| 2.           | PERAK         |            |            |            | 60          | 30          |            |            |
| 3.           | KAPASAN       |            |            |            | 210         | 120         | 30         |            |
| 4.           | KENJERAN      |            |            |            | 90          | 60          |            |            |
| 5.           | KLJUDAN       |            |            |            |             |             |            |            |
| 6.           | GRESIK        |            |            |            | 120         | 60          |            |            |
| 7.           | CERME         |            |            |            |             |             |            |            |
| 8.           | KAMAL         |            |            |            |             |             |            |            |
| 9.           | SIDOARJO      |            |            |            | 60          | 30          |            |            |
| 10.          | GEDANGAN      |            |            |            | 30          |             |            |            |
| 11.          | KRIAN         |            |            |            | 60          |             |            |            |
| 12.          | RUNKUT        | 150        | 180        | 180        | 240         | 150         | 30         |            |
| 13.          | JAGIR         |            |            |            | 60          | 60          |            |            |
| 14.          | INJOKO        |            |            |            | 90          | 60          |            |            |
| 15.          | WARU-1        |            |            |            | 60          | 30          |            |            |
| 16.          | WARU-2        |            |            |            | 60          | 30          |            |            |
| 17.          | PORONG        |            |            |            | 90          | 60          |            |            |
| 18.          | MGYOSO        | 30         | 30         | 60         |             | 630         | 270        |            |
| 19.          | DARMO         |            |            | 30         | 390         |             | 60         |            |
| 20.          | MANYAR        |            |            |            | 150         | 90          |            |            |
| 21.          | SPJANG        |            |            |            | 60          | 30          |            |            |
| 22.          | TANDES        |            |            |            | 240         | 150         | 30         | 150        |
| 23.          | DRM SAT       |            |            |            |             |             |            |            |
| 24.          | KR. PIL       |            |            |            | 60          | 30          |            |            |
| 25.          | BAMBE         |            |            |            | 30          |             |            |            |
| 26.          | KANDANG       |            |            |            |             |             |            |            |
| 27.          | KLANAK        |            |            |            | 60          |             |            |            |
| 28.          | MENGANTI      |            |            |            | 30          | 30          |            |            |
| <b>TOTAL</b> |               | <b>180</b> | <b>210</b> | <b>300</b> | <b>2550</b> | <b>1830</b> | <b>480</b> | <b>150</b> |

**MATRIK KEBUTUHAN SIRKIT  
JARINGAN PENGHUBUNG MEA SURABAYA  
TAHUN 2000**

| NO    | NO<br>SENTRAL | 22   | 23 | 24  | 25 | 26 | 27  | 28  | T<br>O<br>T |
|-------|---------------|------|----|-----|----|----|-----|-----|-------------|
| 1.    | KEBALEN       | 210  |    |     |    |    |     |     | 2160        |
| 2.    | PERAK         |      |    |     |    |    |     |     | 270         |
| 3.    | KAPASAN       | 90   |    |     |    |    |     |     | 840         |
| 4.    | KENJERAN      | 30   |    |     |    |    |     |     | 420         |
| 5.    | KLJUDAN       |      |    |     |    |    |     |     | 30          |
| 6.    | GRESIK        | 60   |    |     |    |    |     |     | 540         |
| 7.    | CERME         |      |    |     |    |    |     |     | 30          |
| 8.    | KAMAL         |      |    |     |    |    |     |     | 90          |
| 9.    | SIDOARJO      | 30   |    |     |    |    |     |     | 330         |
| 10.   | GEDANGAN      |      |    |     |    |    |     |     | 150         |
| 11.   | KRIAN         |      |    |     |    |    |     |     | 180         |
| 12.   | RUNGKUT       | 210  |    |     |    |    |     |     | 2190        |
| 13.   | JAGIR         | 30   |    |     |    |    |     |     | 330         |
| 14.   | INJOKO        | 80   |    |     |    |    |     |     | 420         |
| 15.   | WARU-1        |      |    |     |    |    |     |     | 240         |
| 16.   | WARU-2        | 30   |    |     |    |    |     |     | 270         |
| 17.   | PORONG        | 60   |    |     |    |    |     |     | 480         |
| 18.   | MGYOSO        | 300  |    | 30  |    |    |     |     | 2550        |
| 19.   | DARMO         | 180  |    |     |    |    |     |     | 1230        |
| 20.   | MANYAR        | 60   |    |     |    |    |     |     | 510         |
| 21.   | SPJANG        | 60   |    |     |    |    |     |     | 270         |
| 22.   | TANDES        |      | 30 | 150 | 90 | 60 | 120 | 120 | 1680        |
| 23.   | DRM SAT       | 30   |    |     |    |    |     |     | 30          |
| 24.   | KR.PIL        | 60   |    |     |    |    |     |     | 270         |
| 25.   | BAMBE         | 90   |    |     |    |    |     |     | 120         |
| 26.   | KANDANG       | 60   |    |     |    |    |     |     | 60          |
| 27.   | KLANAK        | 90   |    |     |    |    |     |     | 180         |
| 28.   | MENGANTI      | 90   |    |     |    |    |     |     | 240         |
| TOTAL |               | 1830 | 30 | 180 | 90 | 60 | 120 | 120 | 16110       |

# ROUTING HASIL OPTIMASI

From 1 To: Via

1:  
4: D  
7: D  
10: 12  
13: 12  
16: 12  
19: D 18  
22: D  
25: 22  
28: 22

2: D  
5: D  
8: D  
11: 12  
14: 12  
17: D 12  
20: D 18  
23: 22  
26: 22

3: D  
6: D  
9: 12  
12: D  
15: 12  
18: D  
21: 22  
24: 22  
27: 22

From 2 To: Via

1: D  
4: 1  
7: 1  
10: 12 1  
13: 12 1  
16: 12 1  
19: D 18  
22: 1  
25: 1  
28: 1

2:  
5: 1  
8: 1  
11: 12 1  
14: 12 1  
17: 12 1  
20: 18 1  
23: 1  
26: 1

3: 1  
6: 1  
9: 12 1  
12: D 1  
15: 12 1  
18: D 1  
21: 1  
24: 1  
27: 1

From 3 To: Via

1: D  
4: 1  
7: 1  
10: 12 1  
13: 12 1  
16: 12 1  
19: D 18  
22: D 1  
25: 22 1  
28: 22 1

2: 1  
5: 1  
8: 1  
11: 12 1  
14: 12 1  
17: 12 1  
20: D 18 1  
23: 22 1  
26: 22 1

3:  
6: 1  
9: 12 1  
12: D 1  
15: 12 1  
18: D 1  
21: 22 1  
24: 22 1  
27: 22 1

From 4 To: Via

1: D  
4:  
7: 1  
10: 12 1  
13: 12 1  
16: 12 1  
19: D 18  
22: D 1  
25: 22 1  
28: 22 1

2: 1  
5: 1  
8: 1  
11: 12 1  
14: 12 1  
17: 12 1  
20: 18 1  
23: 22 1  
26: 22 1

3: D 1  
6: 1  
9: 12 1  
12: D 1  
15: 12 1  
18: D 1  
21: 22 1  
24: 22 1  
27: 22 1

From 5 To: Via

|     |   |     |   |
|-----|---|-----|---|
| 1:  | D | 2:  | 1 |
| 4:  | 1 | 5:  |   |
| 7:  | 1 | 8:  | 1 |
| 10: | 1 | 11: | 1 |
| 13: | 1 | 14: | 1 |
| 16: | 1 | 17: | 1 |
| 19: | 1 | 20: | 1 |
| 22: | 1 | 23: | 1 |
| 25: | 1 | 26: | 1 |
| 28: | 1 |     |   |

|     |   |
|-----|---|
| 3:  | 1 |
| 6:  | 1 |
| 9:  | 1 |
| 12: | 1 |
| 15: | 1 |
| 18: | 1 |
| 21: | 1 |
| 24: | 1 |
| 27: | 1 |

From 6 To: Via

|     |    |     |    |
|-----|----|-----|----|
| 1:  | D  | 2:  | 1  |
| 4:  | 1  | 5:  | 1  |
| 7:  | 1  | 8:  | 1  |
| 10: | 12 | 11: | 12 |
| 13: | 12 | 14: | 12 |
| 16: | 12 | 17: | 12 |
| 19: | D  | 20: | 18 |
| 22: | D  | 23: | 22 |
| 25: | 22 | 26: | 22 |
| 28: | 22 |     |    |

|     |    |   |
|-----|----|---|
| 3:  | D  | 1 |
| 6:  |    |   |
| 9:  | 12 | 1 |
| 12: | D  | 1 |
| 15: | 12 | 1 |
| 18: | D  | 1 |
| 21: | 22 | 1 |
| 24: | 22 | 1 |
| 27: | 22 | 1 |

From 7 To: Via

|     |   |     |   |
|-----|---|-----|---|
| 1:  | D | 2:  | 1 |
| 4:  | 1 | 5:  | 1 |
| 7:  |   | 8:  | 1 |
| 10: | 1 | 11: | 1 |
| 13: | 1 | 14: | 1 |
| 16: | 1 | 17: | 1 |
| 19: | 1 | 20: | 1 |
| 22: | 1 | 23: | 1 |
| 25: | 1 | 26: | 1 |
| 28: | 1 |     |   |

|     |   |
|-----|---|
| 3:  | 1 |
| 6:  | 1 |
| 9:  | 1 |
| 12: | 1 |
| 15: | 1 |
| 18: | 1 |
| 21: | 1 |
| 24: | 1 |
| 27: | 1 |

From 8 To: Via

|     |   |     |   |
|-----|---|-----|---|
| 1:  | D | 2:  | 1 |
| 4:  | 1 | 5:  | 1 |
| 7:  | 1 | 8:  |   |
| 10: | 1 | 11: | 1 |
| 13: | 1 | 14: | 1 |
| 16: | 1 | 17: | 1 |
| 19: | 1 | 20: | 1 |
| 22: | 1 | 23: | 1 |
| 25: | 1 | 26: | 1 |
| 28: | 1 |     |   |

|     |   |
|-----|---|
| 3:  | 1 |
| 6:  | 1 |
| 9:  | 1 |
| 12: | 1 |
| 15: | 1 |
| 18: | 1 |
| 21: | 1 |
| 24: | 1 |
| 27: | 1 |

From 9 To: Via

1: D 12  
4: 1 12  
7: 1 12  
10: 12  
13: 12  
16: 12  
19: D 18 12  
22: D 12  
25: 22 12  
28: 22 12

2: 1 12  
5: 1 12  
8: 1 12  
11: 12  
14: 12  
17: 12  
20: 18 12  
23: 22 12  
26: 22 12

3: 1 12  
6: 1 12  
9: D  
12: D  
15: 12  
18: D 12  
21: 22 12  
24: 22 12  
27: 22 12

From 10 To: Via

1: D 12  
4: 1 12  
7: 1 12  
10: 12  
13: 12  
16: 12  
19: 18 12  
22: 12  
25: 12  
28: 12

2: 1 12  
5: 1 12  
8: 1 12  
11: 12  
14: 12  
17: 12  
20: 18 12  
23: 12  
26: 12

3: 1 12  
6: 1 12  
9: 12  
12: D  
15: 12  
18: D 12  
21: 12  
24: 12  
27: 12

From 11 To: Via

1: D 12  
4: 1 12  
7: 1 12  
10: 12  
13: 12  
16: 12  
19: 18 12  
22: 12  
25: 12  
28: 12

2: 1 12  
5: 1 12  
8: 1 12  
11: 12  
14: 12  
17: 12  
20: 18 12  
23: 12  
26: 12

3: 1 12  
6: 1 12  
9: 12  
12: D  
15: 12  
18: D 12  
21: 12  
24: 12  
27: 12

From 12 To: Via

1: D  
4: 1  
7: 1  
10: D  
13: D  
16: D  
19: D 18  
22: D  
25: 22  
28: 22

2: 1  
5: 1  
8: 1  
11: D  
14: D  
17: D  
20: D 18  
23: 22  
26: 22

3: D 1  
6: D 1  
9: D  
12: D  
15: D  
18: D  
21: 22  
24: 22  
27: 22



From 13 To: Via

1: D 12  
4: 1 12  
7: 1 12  
10: 12  
13:  
16: 12  
19: D 18 12  
22: D 12  
25: 22 12  
28: 22 12

2: 1 12  
5: 1 12  
8: 1 12  
11: 12  
14: 12  
17: 12  
20: 18 12  
23: 22 12  
26: 22 12

3: 1 12  
6: 1 12  
9: 12  
12: D  
15: 12  
18: D 12  
21: 22 12  
24: 22 12  
27: 22 12

From 14 To: Via

1: D 12  
4: 1 12  
7: 1 12  
10: 12  
13: 12  
16: 12  
19: D 18 12  
22: D 12  
25: 22 12  
28: 22 12

2: 1 12  
5: 1 12  
8: 1 12  
11: 12  
14: 12  
17: 12  
20: 18 12  
23: 22 12  
26: 22 12

3: 1 12  
6: 1 12  
9: 12  
12: D  
15: 12  
18: D 12  
21: 22 12  
24: 22 12  
27: 22 12

From 15 To: Via

1: D 12  
4: 1 12  
7: 1 12  
10: 12  
13: 12  
16: 12  
19: D 18 12  
22: 12  
25: 12  
28: 12

2: 1 12  
5: 1 12  
8: 1 12  
11: 12  
14: 12  
17: 12  
20: 18 12  
23: 12  
26: 12

3: 1 12  
6: 1 12  
9: 12  
12: D  
15:  
18: D 12  
21: 12  
24: 12  
27: 12

From 16 To: Via

1: D 12  
4: 1 12  
7: 1 12  
10: 12  
13: 12  
16:  
19: D 18 12  
22: D 12  
25: 22 12  
28: 22 12

2: 1 12  
5: 1 12  
8: 1 12  
11: 12  
14: 12  
17: 12  
20: 18 12  
23: 22 12  
26: 22 12

3: 1 12  
6: 1 12  
9: 12  
12: D  
15: 12  
18: D 12  
21: 22 12  
24: 22 12  
27: 22 12

From 17 To: Via

1: D 12  
4: 1 12  
7: 1 12  
10: 12  
13: 12  
16: 12  
19: D 18 12  
22: D 12  
25: 22 12  
28: 22 12

2: 1 12  
5: 1 12  
8: 1 12  
11: 12  
14: 12  
17: 12  
20: 18 12  
23: 22 12  
26: 22 12

3: D 1 12  
6: 1 12  
9: 12  
12: D  
15: 12  
18: D 12  
21: 22 12  
24: 22 12  
27: 22 12

From 18 To: Via

1: D  
4: D 1  
7: 1  
10: 12  
13: D 12  
16: D 12  
19: D  
22: D  
25: 22  
28: 22

2: D 1  
5: 1  
8: 1  
11: 12  
14: D 12  
17: D 12  
20: D  
23: 22  
26: 22

3: D 1  
6: D 1  
9: D 12  
12: D  
15: D 12  
18: 22  
21: D 22  
24: 22  
27: 22

From 19 To: Via

1: D 18  
4: D 1 18  
7: 1 18  
10: 12 18  
13: D 12 18  
16: 12 18  
19: 18  
22: D 18  
25: 22 18  
28: 22 18

2: 1 18  
5: 1 18  
8: 1 18  
11: 12 18  
14: D 12 18  
17: D 12 18  
20: D 18  
23: 22 18  
26: 22 18

3: D 1 18  
6: D 1 18  
9: 12 18  
12: D 18  
15: 12 18  
18: D  
21: 22 18  
24: 22 18  
27: 22 18

From 20 To: Via

1: D 18  
4: 1 18  
7: 1 18  
10: 12 18  
13: 12 18  
16: 12 18  
19: D 18  
22: D 18  
25: 22 18  
28: 22 18

2: 1 18  
5: 1 18  
8: 1 18  
11: 12 18  
14: 12 18  
17: 12 18  
20: 22 18  
23: 22 18  
26: 22 18

3: D 1 18  
6: 1 18  
9: 12 18  
12: D 18  
15: 12 18  
18: D  
21: 22 18  
24: 22 18  
27: 22 18

From 21 To: Via

1: D 22  
4: 1 22  
7: 1 22  
10: 12 22  
13: 12 22  
16: 12 22  
19: D 18 22  
22: D  
25: 22  
28: 22

2: 1 22  
5: 1 22  
8: 1 22  
11: 12 22  
14: 12 22  
17: 12 22  
20: 18 22  
23: 22  
26: 22

3: 1 22  
6: 1 22  
9: 12 22  
12: D 22  
15: 12 22  
18: D 22  
21:  
24: 22  
27: 22

From 22 To: Via

1: D  
4: 1  
7: 1  
10: 12  
13: 12  
16: 12  
19: D 18  
22:  
25: D  
28: D

2: 1  
5: 1  
8: 1  
11: 12  
14: D 12  
17: 12  
20: D 18  
23: D  
26: D

3: D 1  
6: D 1  
9: 12  
12: D  
15: 12  
18: D  
21: D  
24: D  
27: D

From 23 To: Via

1: 22  
4: 22  
7: 22  
10: 22  
13: 22  
16: 22  
19: 22  
22: D  
25: 22  
28: 22

2: 22  
5: 22  
8: 22  
11: 22  
14: 22  
17: 22  
20: 22  
23:  
26: 22

3: 22  
6: 22  
9: 22  
12: 22  
15: 22  
18: 22  
21: 22  
24: 22  
27: 22

From 24 To: Via

1: D 22  
4: 1 22  
7: 1 22  
10: 12 22  
13: 12 22  
16: 12 22  
19: D 18 22  
22: D  
25: 22  
28: 22

2: 1 22  
5: 1 22  
8: 1 22  
11: 12 22  
14: 12 22  
17: 12 22  
20: 18 22  
23: 22  
26: 22

3: 1 22  
6: 1 22  
9: 12 22  
12: D 22  
15: 12 22  
18: D 22  
21: 22  
24:  
27: 22

From 25 To: Via

1: 22  
4: 22  
7: 22  
10: 22  
13: 22  
16: 22  
19: 18 22  
22: D  
25: 22  
28: 22

2: 22  
5: 22  
8: 22  
11: 22  
14: 22  
17: 22  
20: 18 22  
23: 22  
26: 22

3: 22  
6: 22  
9: 22  
12: 22  
15: 22  
18: D 22  
21: 22  
24: 22  
27: 22

From 26 To: Via

1: 22  
4: 22  
7: 22  
10: 22  
13: 22  
16: 22  
19: 22  
22: D  
25: 22  
28: 22

2: 22  
5: 22  
8: 22  
11: 22  
14: 22  
17: 22  
20: 22  
23: 22  
26: 22

3: 22  
6: 22  
9: 22  
12: 22  
15: 22  
18: 22  
21: 22  
24: 22  
27: 22

From 27 To: Via

1: D 22  
4: 1 22  
7: 1 22  
10: 22  
13: 22  
16: 22  
19: 18 22  
22: D  
25: 22  
28: 22

2: 1 22  
5: 1 22  
8: 1 22  
11: 22  
14: 22  
17: 22  
20: 18 22  
23: 22  
26: 22

3: 1 22  
6: 1 22  
9: 22  
12: 22  
15: 22  
18: D 22  
21: 22  
24: 22  
27: 22

From 28 To: Via

1: D 22  
4: 1 22  
7: 1 22  
10: 12 22  
13: 12 22  
16: 12 22  
19: D 18 22  
22: D  
25: 22  
28: 22

2: 1 22  
5: 1 22  
8: 1 22  
11: 12 22  
14: 12 22  
17: 12 22  
20: 18 22  
23: 22  
26: 22

3: 1 22  
6: 1 22  
9: 12 22  
12: D 22  
15: 12 22  
18: D 22  
21: 22  
24: 22  
27: 22

- Exchange kbl 1

- Outgoing trunkgroups

| ===== |      |       |       |                     |        |         |               |      |
|-------|------|-------|-------|---------------------|--------|---------|---------------|------|
| to    | node | trunk | trunk | ----- traffic ----- |        |         | block. effic. |      |
| SX    | nr   | group | group | offered             | var.   | carried | %             |      |
|       |      | type  | size  | (erl)               |        | (erl)   |               |      |
| ----- |      |       |       |                     |        |         |               |      |
| prg   | 17   | HU    | 30    | 31.48               | 31.48  | 26.49   | 15 865        | 0.88 |
| drm   | 19   | HU    | 180   | 177.61              | 177.61 | 168.81  | 4 954         | 0.94 |
| mnr   | 20   | HU    | 60    | 44.41               | 44.41  | 44.21   | 0 442         | 0.74 |
| rkt   | 12   | FC    | 240   | 196.57              | 206.49 | 206.41  | 0 038         | 0.86 |
| mgo   | 18   | FC    | 300   | 285.81              | 317.10 | 315.70  | 0 441         | 1.05 |
| tds   | 22   | FC    | 210   | 183.61              | 183.61 | 182.76  | 0 461         | 0.87 |
| prk   | 2    | FC    | 180   | 133.44              | 133.44 | 133.44  | 0 002         | 0.74 |
| kps   | 3    | FC    | 360   | 308.65              | 308.65 | 308.54  | 0 037         | 0.86 |
| kjr   | 4    | FC    | 240   | 199.22              | 199.22 | 199.12  | 0 051         | 0.83 |
| kjd   | 5    | FC    | 30    | 13.25               | 13.25  | 13.25   | 0 003         | 0.44 |
| gsk   | 6    | FC    | 240   | 209.68              | 209.68 | 209.00  | 0 323         | 0.87 |
| cne   | 7    | FC    | 30    | 12.98               | 12.98  | 12.98   | 0 002         | 0.43 |
| kml   | 8    | FC    | 60    | 29.30               | 29.30  | 29.30   | 0 000         | 0.49 |

total outgoing: 13 trunkgroups  
2160 channels

- Incoming trunkgroups

| ===== |      |       |       |                     |       |         |               |      |
|-------|------|-------|-------|---------------------|-------|---------|---------------|------|
| from  | node | trunk | trunk | ----- traffic ----- |       |         | block. effic. |      |
| SX    | nr   | group | group | offered             | var.  | carried |               |      |
|       |      | type  | size  | (erl)               |       | (erl)   |               |      |
| ----- |      |       |       |                     |       |         |               |      |
| sda   | 9    | HU    | 60    | 68.11               | 68.11 | 56.27   | 17.383        | 0.94 |
| gda   | 10   | HU    | 30    | 27.45               | 27.45 | 25.00   | 8.915         | 0.83 |
| kri   | 11   | HU    | 30    | 29.52               | 29.52 | 25.86   | 12.412        | 0.86 |
| jgr   | 13   | HU    | 60    | 65.15               | 65.15 | 55.68   | 14.540        | 0.93 |
| ijk   | 14   | HU    | 90    | 71.56               | 71.56 | 71.22   | 0.475         | 0.79 |

|       |    |    |     |        |        |        |        |      |
|-------|----|----|-----|--------|--------|--------|--------|------|
| wru-1 | 15 | HU | 30  | 38.85  | 38.85  | 27.89  | 28.203 | 0.93 |
| wru-2 | 16 | HU | 60  | 47.69  | 47.69  | 47.10  | 1.229  | 0.79 |
| prg   | 17 | HU | 90  | 85.65  | 94.78  | 80.45  | 6.077  | 0.89 |
| drm   | 19 | HU | 180 | 187.62 | 249.93 | 169.84 | 9.479  | 0.94 |
| mnr   | 20 | HU | 90  | 98.12  | 113.55 | 84.45  | 13.930 | 0.94 |
| spj   | 21 | HU | 60  | 41.30  | 41.30  | 41.25  | 0.126  | 0.69 |
| kpl   | 24 | HU | 60  | 43.17  | 43.17  | 43.05  | 0.279  | 0.72 |
| kla   | 27 | HU | 30  | 35.10  | 35.10  | 27.32  | 22.152 | 0.91 |
| mni   | 28 | HU | 60  | 42.63  | 42.63  | 42.53  | 0.225  | 0.71 |
| prk   | 2  | FC | 150 | 102.57 | 122.53 | 102.57 | 0.001  | 0.68 |
| kps   | 3  | FC | 270 | 209.00 | 304.05 | 208.98 | 0.010  | 0.77 |
| kjr   | 4  | FC | 150 | 93.06  | 182.65 | 93.06  | 0.002  | 0.62 |
| kjd   | 5  | FC | 30  | 17.92  | 17.92  | 17.88  | 0.249  | 0.60 |
| gsk   | 6  | FC | 180 | 132.44 | 276.48 | 132.30 | 0.104  | 0.74 |
| cme   | 7  | FC | 30  | 18.32  | 18.32  | 18.26  | 0.323  | 0.61 |
| kml   | 8  | FC | 90  | 49.12  | 49.12  | 49.12  | 0.000  | 0.55 |
| rkt   | 12 | FC | 180 | 134.45 | 156.27 | 134.44 | 0.008  | 0.75 |
| mgo   | 18 | FC | 390 | 339.38 | 426.43 | 338.94 | 0.129  | 0.87 |
| tds   | 22 | FC | 180 | 149.42 | 159.28 | 149.12 | 0.199  | 0.83 |

total incoming: 24 trunkgroups  
2580 channels

- Traffic

-----

|                         |         |
|-------------------------|---------|
| total incoming traffic  | 2042.58 |
| total outgoing traffic  | 1850.01 |
| outg.traffic in transit | 886.26  |
| total internal traffic  | 0.00    |

- Exchange prk 2

- Outgoing trunkgroups

| ===== |      |       |       |                     |        |         |               |      |
|-------|------|-------|-------|---------------------|--------|---------|---------------|------|
| to    | node | trunk | trunk | ----- traffic ----- |        |         | block. effic. |      |
| SX    | nr   | group | group | offered             | var.   | carried | %             |      |
|       |      | type  | size  | (erl)               |        | (erl)   |               |      |
| ----- |      |       |       |                     |        |         |               |      |
| drm   | 19   | HU    | 30    | 27.50               | 27.50  | 25.03   | 8.990         | 0.83 |
| rkt   | 12   | HU    | 30    | 35.09               | 35.09  | 27.32   | 22.135        | 0.91 |
| mgo   | 18   | HU    | 80    | 51.29               | 56.56  | 54.51   | 3.628         | 0.91 |
| kbl   | 1    | FC    | 150   | 102.57              | 122.53 | 122.53  | 0.001         | 0.82 |

total outgoing: 4 trunkgroups  
270 channels

- Incoming trunkgroups

| ===== |      |       |       |                     |        |         |               |      |
|-------|------|-------|-------|---------------------|--------|---------|---------------|------|
| from  | node | trunk | trunk | ----- traffic ----- |        |         | block. effic. |      |
| SX    | nr   | group | group | offered             | var.   | carried |               |      |
|       |      | type  | size  | (erl)               |        | (erl)   |               |      |
| ----- |      |       |       |                     |        |         |               |      |
| mgo   | 18   | HU    | 30    | 36.82               | 36.82  | 27.82   | 24.997        | 0.92 |
| kbl   | 1    | FC    | 180   | 133.44              | 133.44 | 133.44  | 0.002         | 0.74 |

total incoming: 2 trunkgroups  
210 channels

- Traffic

-----  
total incoming traffic 161.05  
total outgoing traffic 229.39  
outg.traffic in transit 12.10  
total internal traffic 0.00

- Exchange kps 3

- Outgoing trunkgroups

| ===== |      |       |       |                     |        |         |               |      |  |
|-------|------|-------|-------|---------------------|--------|---------|---------------|------|--|
| to    | node | trunk | trunk | ----- traffic ----- |        |         | block. effic. |      |  |
| SX    | nr   | group | group | offered             | var.   | carried | %             |      |  |
|       |      | type  | size  | (erl)               |        | (erl)   |               |      |  |
| ----- |      |       |       |                     |        |         |               |      |  |
| drm   | 19   | HU    | 120   | 117.42              | 117.42 | 110.69  | 5 732         | 0.92 |  |
| mnr   | 20   | HU    | 30    | 29.90               | 29.90  | 25.99   | 13 071        | 0.87 |  |
| rkt   | 12   | HU    | 120   | 124.66              | 124.66 | 113.11  | 9 267         | 0.94 |  |
| mgo   | 18   | HU    | 210   | 193.14              | 232.55 | 228.01  | 1 951         | 1.09 |  |
| tds   | 22   | HU    | 90    | 86.05               | 86.05  | 81.25   | 5 573         | 0.90 |  |
| kbl   | 1    | FC    | 270   | 209.00              | 304.05 | 304.02  | 0 010         | 1.13 |  |

total outgoing: 6 trunkgroups  
840 channels

- Incoming trunkgroups

| ===== |      |       |       |                     |        |         |               |      |  |
|-------|------|-------|-------|---------------------|--------|---------|---------------|------|--|
| from  | node | trunk | trunk | ----- traffic ----- |        |         | block. effic. |      |  |
| SX    | nr   | group | group | offered             | var.   | carried |               |      |  |
|       |      | type  | size  | (erl)               |        | (erl)   |               |      |  |
| ----- |      |       |       |                     |        |         |               |      |  |
| kjr   | 4    | HU    | 30    | 31.13               | 31.13  | 26.39   | 15.239        | 0.88 |  |
| gsk   | 6    | HU    | 30    | 38.67               | 38.67  | 27.87   | 27.927        | 0.93 |  |
| prg   | 17   | HU    | 30    | 30.81               | 30.81  | 26.29   | 14.673        | 0.88 |  |
| drm   | 19   | HU    | 90    | 94.24               | 94.24  | 84.13   | 10.728        | 0.93 |  |
| mnr   | 20   | HU    | 30    | 36.94               | 36.94  | 27.63   | 25.198        | 0.92 |  |
| rkt   | 12   | HU    | 60    | 58.11               | 58.11  | 53.51   | 7.912         | 0.89 |  |
| mgo   | 18   | HU    | 240   | 212.95              | 212.95 | 211.86  | 0.511         | 0.88 |  |
| tds   | 22   | HU    | 90    | 66.59               | 66.59  | 66.52   | 0.104         | 0.74 |  |
| kbl   | 1    | FC    | 360   | 308.65              | 308.65 | 308.54  | 0.037         | 0.86 |  |

total incoming: 9 trunkgroups  
960 channels



- Traffic

---

|                         |        |
|-------------------------|--------|
| total incoming traffic  | 832.74 |
| total outgoing traffic  | 863.07 |
| outg.traffic in transit | 30.76  |
| total internal traffic  | 0.00   |

- Exchange kjr 4

- Outgoing trunkgroups

| ===== |      |       |       |                     |        |         |               |      |
|-------|------|-------|-------|---------------------|--------|---------|---------------|------|
| to    | node | trunk | trunk | ----- traffic ----- |        |         | block. effic. |      |
| SX    | nr   | group | group | offered             | var.   | carried | %             |      |
|       |      | type  | size  | (erl)               |        | (erl)   |               |      |
| ----- |      |       |       |                     |        |         |               |      |
| kps   | 3    | HU    | 30    | 31.13               | 31.13  | 26.39   | 15.239        | 0.88 |
| drm   | 19   | HU    | 60    | 52.57               | 52.57  | 50.67   | 3.611         | 0.84 |
| rkt   | 12   | HU    | 60    | 63.97               | 63.97  | 55.40   | 13.404        | 0.92 |
| mgo   | 18   | HU    | 90    | 95.01               | 101.07 | 89.25   | 11.699        | 0.99 |
| tds   | 22   | HU    | 30    | 36.20               | 36.20  | 27.51   | 23.999        | 0.92 |
| kbl   | 1    | FC    | 150   | 93.06               | 182.65 | 182.65  | 0.002         | 1.22 |

total outgoing: 6 trunkgroups  
420 channels

- Incoming trunkgroups

| ===== |      |       |       |                     |        |         |               |      |
|-------|------|-------|-------|---------------------|--------|---------|---------------|------|
| from  | node | trunk | trunk | ----- traffic ----- |        |         | block. effic. |      |
| SX    | nr   | group | group | offered             | var.   | carried |               |      |
|       |      | type  | size  | (erl)               |        | (erl)   |               |      |
| ----- |      |       |       |                     |        |         |               |      |
| drm   | 19   | HU    | 30    | 31.96               | 31.96  | 26.62   | 16.707        | 0.89 |
| mgo   | 18   | HU    | 60    | 67.88               | 67.88  | 56.23   | 17.160        | 0.94 |
| kbl   | 1    | FC    | 240   | 199.22              | 199.22 | 199.12  | 0.051         | 0.83 |

total incoming: 3 trunkgroups  
330 channels

- Traffic

-----  
total incoming traffic 281.97  
total outgoing traffic 431.86  
outg.traffic in transit 35.02  
total internal traffic 0.00

- Exchange kjd 5

- Outgoing trunkgroups

```
=====
to   node trunk trunk |----- traffic -----| block. effic.
SX   nr  group group offered var. carried %
      type size (erl)      (erl)
-----
kbl  1   FC   30   17.92  17.92   17.88 0.249 0.60
```

total outgoing: 1 trunkgroups  
30 channels

- Incoming trunkgroups

```
=====
from node trunk trunk |----- traffic -----| block. effic.
SX   nr  group group offered var. carried
      type size (erl)      (erl)
-----
kbl  1   FC   30   13.25  13.25   13.25 0.003 0.44
```

total incoming: 1 trunkgroups  
30 channels

- Traffic

```
-----
total incoming traffic 13.25
total outgoing traffic 17.88
outg.traffic in transit -0.00
total internal traffic 0.00
```

- Exchange gsk 6

- Outgoing trunkgroups

| ===== |      |       |       |                     |        |         |               |      |
|-------|------|-------|-------|---------------------|--------|---------|---------------|------|
| to    | node | trunk | trunk | ----- traffic ----- |        |         | block. effic. |      |
| SX    | nr   | group | group | offered             | var.   | carried | %             |      |
|       |      | type  | size  | (erl)               |        | (erl)   |               |      |
| ----- |      |       |       |                     |        |         |               |      |
| kps   | 3    | HU    | 30    | 38.87               | 38.67  | 27.87   | 27.927        | 0.93 |
| drm   | 19   | HU    | 60    | 71.19               | 71.19  | 56.76   | 20.266        | 0.95 |
| rkt   | 12   | HU    | 90    | 95.49               | 95.49  | 84.45   | 11.565        | 0.94 |
| mgo   | 18   | HU    | 120   | 123.93              | 158.18 | 142.33  | 10.019        | 1.19 |
| tds   | 22   | HU    | 60    | 65.59               | 65.59  | 55.77   | 14.965        | 0.93 |
| kbl   | 1    | FC    | 180   | 132.44              | 276.48 | 276.19  | 0.104         | 1.53 |

total outgoing: 6 trunkgroups  
540 channels

- Incoming trunkgroups

| ===== |      |       |       |                     |        |         |               |      |
|-------|------|-------|-------|---------------------|--------|---------|---------------|------|
| from  | node | trunk | trunk | ----- traffic ----- |        |         | block. effic. |      |
| SX    | nr   | group | group | offered             | var.   | carried |               |      |
|       |      | type  | size  | (erl)               |        | (erl)   |               |      |
| ----- |      |       |       |                     |        |         |               |      |
| drm   | 19   | HU    | 30    | 36.88               | 36.86  | 27.62   | 25.069        | 0.92 |
| rkt   | 12   | HU    | 30    | 29.24               | 29.24  | 25.75   | 11.920        | 0.86 |
| mgo   | 18   | HU    | 80    | 71.68               | 71.68  | 58.89   | 20.716        | 0.95 |
| tds   | 22   | HU    | 30    | 31.28               | 31.28  | 26.43   | 15.496        | 0.88 |
| kbl   | 1    | FC    | 240   | 209.68              | 209.68 | 209.00  | 0.323         | 0.87 |

total incoming: 5 trunkgroups  
390 channels

- Traffic

total incoming traffic 345.64  
total outgoing traffic 643.38

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| outg.traffic in transit | 58.51 |
| total internal traffic  | 0.00  |

- Exchange cme 7

- Outgoing trunkgroups

```
=====
to   node trunk trunk |---- traffic -----| block. effic.
SX   nr  group group offered var. carried %
      type size (erl) (erl)
-----
kbl  1   FC   30  18.32  18.32  18.26 0.323 0.61
```

total outgoing: 1 trunkgroups  
30 channels

- Incoming trunkgroups

```
=====
from node trunk trunk |---- traffic -----| block. effic.
SX   nr  group group offered var. carried
      type size (erl) (erl)
-----
kbl  1   FC   30  12.98  12.98  12.98 0.002 0.43
```

total incoming: 1 trunkgroups  
30 channels

- Traffic

```
-----
total incoming traffic 12.98
total outgoing traffic 18.26
outg.traffic in transit 0.00
total internal traffic 0.00
```

- Exchange kml 8

- Outgoing trunkgroups

```
=====
to   node trunk  trunk  |----- traffic -----| block. effic.
SX   nr  group  group  offered var.  carried  %
      type  size  (erl)      (erl)
-----
kbl   1   FC    90    49.12  49.12   49.12  0.000  0.55
```

total outgoing: 1 trunkgroups  
90 channels

- Incoming trunkgroups

```
=====
from node trunk  trunk  |----- traffic -----| block. effic.
SX   nr  group  group  offered var.  carried
      type  size  (erl)      (erl)
-----
kbl   1   FC    60    29.30  29.30   29.30  0.000  0.49
```

total incoming: 1 trunkgroups  
60 channels

- Traffic

```
-----
total incoming traffic  29.30
total outgoing traffic  49.12
outg.traffic in transit  0.00
total internal traffic  0.00
```

- Exchange sda 9

- Outgoing trunkgroups

```
=====
to   node trunk trunk |---- traffic ----| block. effic.
SX   nr  group group offered var. carried %
      type size      (erl)      (erl)
-----
drm  19   HU   30   40.49  40.49   28.08  30.648  0.94
kbl   1   HU   60   68.11  68.11   56.27  17.383  0.94
mgo  18   HU   60   68.04  86.15   70.08  18.653  1.17
tds  22   HU   30   34.33  34.33   27.17  20.846  0.91
rkt  12   FC  150   99.39 181.88  181.86   0.009  1.21
```

total outgoing: 5 trunkgroups  
330 channels

- Incoming trunkgroups

```
=====
from node trunk trunk |---- traffic ----| block. effic.
SX   nr  group group offered var. carried
      type size      (erl)      (erl)
-----
mgo  18   HU   30   32.40  32.40   26.73  17.488  0.89
rkt  12   FC  180  142.43 142.43  142.39   0.031  0.79
```

total incoming: 2 trunkgroups  
210 channels

- Traffic

```
-----
total incoming traffic 169.12
total outgoing traffic 363.47
outg.traffic in transit 44.09
total internal traffic 0.00
```



- Exchange gda 10

- Outgoing trunkgroups

=====

| to  | node | trunk | trunk | ----- traffic ----- |       |         | block. effic. |      |
|-----|------|-------|-------|---------------------|-------|---------|---------------|------|
| SX  | nr   | group | group | offered             | var.  | carried | %             |      |
|     |      | type  | size  | (erl)               |       | (erl)   |               |      |
| kbl | 1    | HU    | 30    | 27.45               | 27.45 | 25.00   | 8.915         | 0.83 |
| mgo | 18   | HU    | 30    | 38.73               | 38.73 | 27.88   | 28.019        | 0.93 |
| rkt | 12   | FC    | 90    | 58.12               | 60.22 | 60.21   | 0.018         | 0.88 |

total outgoing: 3 trunkgroups  
150 channels

- Incoming trunkgroups

=====

| from | node | trunk | trunk | ----- traffic ----- |       |         | block. effic. |      |
|------|------|-------|-------|---------------------|-------|---------|---------------|------|
| SX   | nr   | group | group | offered             | var.  | carried |               |      |
|      |      | type  | size  | (erl)               |       | (erl)   |               |      |
| rkt  | 12   | FC    | 90    | 65.91               | 65.91 | 65.86   | 0.081         | 0.73 |

total incoming: 1 trunkgroups  
90 channels

- Traffic

-----

|                         |        |
|-------------------------|--------|
| total incoming traffic  | 65.86  |
| total outgoing traffic  | 133.09 |
| outg.traffic in transit | 13.29  |
| total internal traffic  | 0.00   |

- Exchange kri 11

- Outgoing trunkgroups

| ===== |      |       |       |                     |       |         |               |      |
|-------|------|-------|-------|---------------------|-------|---------|---------------|------|
| to    | node | trunk | trunk | ----- traffic ----- |       |         | block. effic. |      |
| SX    | nr   | group | group | offered             | var.  | carried | %             |      |
|       |      | type  | size  | (erl)               |       | (erl)   |               |      |
| ----- |      |       |       |                     |       |         |               |      |
| kbl   | 1    | HU    | 30    | 29.52               | 29.52 | 25.86   | 12.412        | 0.86 |
| mgo   | 18   | HU    | 60    | 54.52               | 54.52 | 51.81   | 4.966         | 0.86 |
| rkt   | 12   | FC    | 90    | 65.59               | 81.94 | 81.78   | 0.197         | 0.91 |

total outgoing: 3 trunkgroups  
180 channels

- Incoming trunkgroups

| ===== |      |       |       |                     |       |         |               |      |
|-------|------|-------|-------|---------------------|-------|---------|---------------|------|
| from  | node | trunk | trunk | ----- traffic ----- |       |         | block. effic. |      |
| SX    | nr   | group | group | offered             | var.  | carried |               |      |
|       |      | type  | size  | (erl)               |       | (erl)   |               |      |
| ----- |      |       |       |                     |       |         |               |      |
| rkt   | 12   | FC    | 120   | 76.49               | 76.49 | 76.49   | 0.000         | 0.64 |

total incoming: 1 trunkgroups  
120 channels

- Traffic

-----  
total incoming traffic 76.49  
total outgoing traffic 159.45  
outg.traffic in transit 6.36  
total internal traffic 0.00

- Exchange rkt 12

- Outgoing trunkgroups

| ===== |      |       |       |                     |        |         |               |      |
|-------|------|-------|-------|---------------------|--------|---------|---------------|------|
| to    | node | trunk | trunk | ----- traffic ----- |        |         | block. effic. |      |
| SX    | nr   | group | group | offered             | var.   | carried | %             |      |
|       |      | type  | size  | (erl)               |        | (erl)   |               |      |
| ----- |      |       |       |                     |        |         |               |      |
| kps   | 3    | HU    | 80    | 58.11               | 58.11  | 53.51   | 7.912         | 0.89 |
| gsk   | 6    | HU    | 30    | 29.24               | 29.24  | 25.75   | 11.920        | 0.86 |
| drm   | 19   | HU    | 150   | 142.80              | 142.80 | 137.57  | 3.665         | 0.92 |
| mnr   | 20   | HU    | 30    | 37.14               | 37.14  | 27.66   | 25.521        | 0.92 |
| kbl   | 1    | FC    | 180   | 134.45              | 156.27 | 156.26  | 0.008         | 0.87 |
| mgo   | 18   | FC    | 240   | 195.14              | 238.98 | 238.83  | 0.063         | 1.00 |
| tds   | 22   | FC    | 210   | 171.73              | 171.73 | 171.64  | 0.052         | 0.82 |
| sda   | 9    | FC    | 180   | 142.43              | 142.43 | 142.39  | 0.031         | 0.79 |
| gda   | 10   | FC    | 90    | 65.91               | 65.91  | 65.86   | 0.081         | 0.73 |
| kri   | 11   | FC    | 120   | 76.49               | 76.49  | 76.49   | 0.000         | 0.64 |
| jgr   | 13   | FC    | 180   | 151.20              | 151.20 | 150.86  | 0.227         | 0.84 |
| ijk   | 14   | FC    | 210   | 174.13              | 174.13 | 173.98  | 0.086         | 0.83 |
| wru-1 | 15   | FC    | 150   | 117.54              | 117.54 | 117.48  | 0.053         | 0.78 |
| wru-2 | 16   | FC    | 180   | 131.66              | 131.66 | 131.66  | 0.001         | 0.73 |
| prg   | 17   | FC    | 180   | 153.95              | 153.95 | 153.37  | 0.374         | 0.85 |

total outgoing: 15 trunkgroups  
2190 channels

- Incomming trunkgroups

| ===== |      |       |       |                     |        |         |               |      |
|-------|------|-------|-------|---------------------|--------|---------|---------------|------|
| from  | node | trunk | trunk | ----- traffic ----- |        |         | block. effic. |      |
| SX    | nr   | group | group | offered             | var.   | carried |               |      |
|       |      | type  | size  | (erl)               |        | (erl)   |               |      |
| ----- |      |       |       |                     |        |         |               |      |
| prk   | 2    | HU    | 30    | 35.09               | 35.09  | 27.32   | 22.135        | 0.91 |
| kps   | 3    | HU    | 120   | 124.66              | 124.66 | 113.11  | 9.267         | 0.94 |
| kjr   | 4    | HU    | 60    | 63.97               | 63.97  | 55.40   | 13.404        | 0.92 |
| gsk   | 6    | HU    | 90    | 95.49               | 95.49  | 84.45   | 11.565        | 0.94 |

|       |    |    |     |        |        |        |        |      |
|-------|----|----|-----|--------|--------|--------|--------|------|
| drm   | 19 | HU | 180 | 185.02 | 210.14 | 170.17 | 8.025  | 0.95 |
| mnr   | 20 | HU | 90  | 91.49  | 91.49  | 83.33  | 8.914  | 0.93 |
| spj   | 21 | HU | 60  | 46.00  | 46.00  | 45.65  | 0.752  | 0.76 |
| kpl   | 24 | HU | 60  | 41.69  | 41.69  | 41.63  | 0.151  | 0.69 |
| mni   | 28 | HU | 30  | 35.51  | 35.51  | 27.40  | 22.845 | 0.91 |
| sda   | 9  | FC | 150 | 99.39  | 181.88 | 99.38  | 0.009  | 0.66 |
| gda   | 10 | FC | 90  | 58.12  | 80.22  | 58.11  | 0.019  | 0.65 |
| kri   | 11 | FC | 90  | 65.59  | 81.94  | 65.46  | 0.197  | 0.73 |
| jgr   | 13 | FC | 120 | 90.28  | 156.22 | 89.95  | 0.366  | 0.75 |
| ijk   | 14 | FC | 120 | 80.09  | 84.99  | 80.09  | 0.001  | 0.67 |
| wru-1 | 15 | FC | 120 | 84.77  | 102.38 | 84.75  | 0.020  | 0.71 |
| wru-2 | 16 | FC | 90  | 64.09  | 81.99  | 64.01  | 0.125  | 0.71 |
| prg   | 17 | FC | 150 | 102.20 | 164.71 | 102.19 | 0.008  | 0.68 |
| kbl   | 1  | FC | 240 | 196.57 | 206.49 | 196.50 | 0.038  | 0.82 |
| mgo   | 18 | FC | 270 | 215.04 | 254.04 | 215.01 | 0.012  | 0.80 |
| tds   | 22 | FC | 210 | 181.25 | 186.40 | 180.60 | 0.357  | 0.86 |

total incoming: 20 trunkgroups  
2370 channels

- Traffic

-----

|                         |         |
|-------------------------|---------|
| total incoming traffic  | 1884.52 |
| total outgoing traffic  | 1823.30 |
| outg.traffic in transit | 1071.27 |
| total internal traffic  | 0.00    |

- Exchange jgr 13

- Outgoing trunkgroups

=====

| to<br>SX | node<br>nr | trunk<br>group<br>type | trunk<br>group<br>size | ----- traffic ----- |        |                  | block. effic. |      |
|----------|------------|------------------------|------------------------|---------------------|--------|------------------|---------------|------|
|          |            |                        |                        | offered<br>(erl)    | var.   | carried<br>(erl) | %             |      |
| drm      | 19         | HU                     | 80                     | 48.42               | 48.42  | 47.70            | 1.489         | 0.79 |
| kbl      | 1          | HU                     | 60                     | 65.15               | 65.15  | 55.88            | 14.540        | 0.93 |
| mgo      | 18         | HU                     | 60                     | 67.17               | 69.28  | 57.60            | 16.862        | 0.96 |
| tds      | 22         | HU                     | 30                     | 31.04               | 31.04  | 26.36            | 15.073        | 0.88 |
| rkt      | 12         | FC                     | 120                    | 90.28               | 158.22 | 155.65           | 0.366         | 1.30 |

total outgoing: 5 trunkgroups  
330 channels

- Incomming trunkgroups

=====

| from<br>SX | node<br>nr | trunk<br>group<br>type | trunk<br>group<br>size | ----- traffic ----- |        |                  | block. effic. |      |
|------------|------------|------------------------|------------------------|---------------------|--------|------------------|---------------|------|
|            |            |                        |                        | offered<br>(erl)    | var.   | carried<br>(erl) |               |      |
| drm        | 19         | HU                     | 30                     | 28.71               | 28.71  | 25.55            | 11.009        | 0.85 |
| mgo        | 18         | HU                     | 60                     | 46.80               | 46.80  | 46.35            | 0.957         | 0.77 |
| rkt        | 12         | FC                     | 180                    | 151.20              | 151.20 | 150.86           | 0.227         | 0.84 |

total incomming: 3 trunkgroups  
270 channels

- Traffic

-----

total incomming traffic 222.76  
total outgoing traffic 342.98  
outg.traffic in transit 26.20  
total internal traffic 0.00

- Exchange ijk 14

- Outgoing trunkgroups

| ===== |      |       |       |                     |       |         |               |      |
|-------|------|-------|-------|---------------------|-------|---------|---------------|------|
| to    | node | trunk | trunk | ----- traffic ----- |       |         | block. effic. |      |
| SX    | nr   | group | group | offered             | var.  | carried | %             |      |
|       |      | type  | size  | (erl)               |       | (erl)   |               |      |
| ----- |      |       |       |                     |       |         |               |      |
| drm   | 19   | HU    | 60    | 56.98               | 56.98 | 53.03   | 6.934         | 0.88 |
| kbl   | 1    | HU    | 90    | 71.56               | 71.56 | 71.22   | 0.475         | 0.79 |
| mgo   | 18   | HU    | 90    | 73.84               | 86.47 | 85.41   | 1.223         | 0.95 |
| tds   | 22   | HU    | 60    | 42.39               | 42.39 | 42.30   | 0.203         | 0.71 |
| rkt   | 12   | FC    | 120   | 80.09               | 84.99 | 84.99   | 0.001         | 0.71 |

total outgoing: 5 trunkgroups  
420 channels

- Incomming trunkgroups

| ===== |      |       |       |                     |        |         |               |      |
|-------|------|-------|-------|---------------------|--------|---------|---------------|------|
| from  | node | trunk | trunk | ----- traffic ----- |        |         | block. effic. |      |
| SX    | nr   | group | group | offered             | var.   | carried |               |      |
|       |      | type  | size  | (erl)               |        | (erl)   |               |      |
| ----- |      |       |       |                     |        |         |               |      |
| drm   | 19   | HU    | 30    | 35.67               | 35.67  | 27.43   | 23.113        | 0.91 |
| mgo   | 18   | HU    | 60    | 54.66               | 54.66  | 51.89   | 5.070         | 0.86 |
| tds   | 22   | HU    | 30    | 27.39               | 27.39  | 24.97   | 8.817         | 0.83 |
| rkt   | 12   | FC    | 210   | 174.13              | 174.13 | 173.98  | 0.086         | 0.83 |

total incomming: 4 trunkgroups  
330 channels

- Traffic

-----  
total incomming traffic 278.27  
total outgoing traffic 336.95  
outg.traffic in transit 5.28  
total internal traffic 0.00

- Exchange wru-1 15

- Outgoing trunkgroups

| ===== |      |       |       |                     |        |         |               |      |
|-------|------|-------|-------|---------------------|--------|---------|---------------|------|
| to    | node | trunk | trunk | ----- traffic ----- |        |         | block. effic. |      |
| SX    | nr   | group | group | offered             | var.   | carried | %             |      |
|       |      | type  | size  | (erl)               |        | (erl)   |               |      |
| ----- |      |       |       |                     |        |         |               |      |
| drm   | 19   | HU    | 30    | 31.67               | 31.67  | 26.54   | 16.194        | 0.88 |
| kbl   | 1    | HU    | 30    | 38.85               | 38.85  | 27.89   | 28.203        | 0.93 |
| mgo   | 18   | HU    | 60    | 43.11               | 53.23  | 52.94   | 0.545         | 0.88 |
| rkt   | 12   | FC    | 120   | 84.77               | 102.38 | 102.36  | 0.020         | 0.85 |

total outgoing: 4 trunkgroups  
240 channels

- Incomming trunkgroups

| ===== |      |       |       |                     |        |         |               |      |
|-------|------|-------|-------|---------------------|--------|---------|---------------|------|
| from  | node | trunk | trunk | ----- traffic ----- |        |         | block. effic. |      |
| SX    | nr   | group | group | offered             | var.   | carried |               |      |
|       |      | type  | size  | (erl)               |        | (erl)   |               |      |
| ----- |      |       |       |                     |        |         |               |      |
| mgo   | 18   | HU    | 30    | 28.06               | 28.06  | 25.28   | 9.916         | 0.84 |
| rkt   | 12   | FC    | 150   | 117.54              | 117.54 | 117.48  | 0.053         | 0.78 |

total incomming: 2 trunkgroups  
180 channels

- Traffic

-----  
total incomming traffic 142.76  
total outgoing traffic 209.73  
outg.traffic in transit 16.32  
total internal traffic 0.00

- Exchange wru-2 16

- Outgoing trunkgroups

| ===== |      |       |       |                     |       |         |               |      |
|-------|------|-------|-------|---------------------|-------|---------|---------------|------|
| to    | node | trunk | trunk | ----- traffic ----- |       |         | block. effic. |      |
| SX    | nr   | group | group | offered             | var.  | carried | %             |      |
|       |      | type  | size  | (erl)               |       | (erl)   |               |      |
| ----- |      |       |       |                     |       |         |               |      |
| drm   | 19   | HU    | 30    | 35.50               | 35.50 | 27.40   | 22.827        | 0.91 |
| kbl   | 1    | HU    | 60    | 47.69               | 47.69 | 47.10   | 1.229         | 0.79 |
| mgo   | 18   | HU    | 60    | 54.75               | 68.89 | 64.42   | 6.484         | 1.07 |
| tds   | 22   | HU    | 30    | 25.51               | 25.51 | 23.99   | 5.957         | 0.80 |
| rkt   | 12   | FC    | 90    | 64.09               | 81.99 | 81.89   | 0.125         | 0.91 |

total outgoing: 5 trunkgroups  
270 channels

- Incoming trunkgroups

| ===== |      |       |       |                     |        |         |               |      |
|-------|------|-------|-------|---------------------|--------|---------|---------------|------|
| from  | node | trunk | trunk | ----- traffic ----- |        |         | block. effic. |      |
| SX    | nr   | group | group | offered             | var.   | carried |               |      |
|       |      | type  | size  | (erl)               |        | (erl)   |               |      |
| ----- |      |       |       |                     |        |         |               |      |
| mgo   | 18   | HU    | 30    | 31.99               | 31.99  | 26.63   | 16.752        | 0.89 |
| rkt   | 12   | FC    | 180   | 131.66              | 131.66 | 131.66  | 0.001         | 0.73 |

total incoming: 2 trunkgroups  
210 channels

- Traffic

-----  
total incoming traffic 158.29  
total outgoing traffic 244.80  
outg.traffic in transit 13.76  
total internal traffic 0.00



- Exchange prg 17

- Outgoing trunkgroups

| ===== |      |       |       |                     |        |         |               |     |      |
|-------|------|-------|-------|---------------------|--------|---------|---------------|-----|------|
| to    | node | trunk | trunk | ----- traffic ----- |        |         | block. effic. |     |      |
| SX    | nr   | group | group | offered             | var.   | carried | %             |     |      |
|       |      | type  | size  | (erl)               |        | (erl)   |               |     |      |
| ----- |      |       |       |                     |        |         |               |     |      |
| kps   | 3    | HU    | 30    | 30.81               | 30.81  | 26.29   | 14            | 673 | 0.88 |
| drm   | 19   | HU    | 60    | 58.47               | 58.47  | 53.66   | 8             | 233 | 0.89 |
| kbl   | 1    | HU    | 90    | 85.85               | 94.78  | 89.02   | 6             | 077 | 0.99 |
| mgo   | 18   | HU    | 90    | 90.10               | 105.26 | 95.54   | 9             | 238 | 1.06 |
| tds   | 22   | HU    | 60    | 52.34               | 52.34  | 50.53   | 3             | 466 | 0.84 |
| rkt   | 12   | FC    | 150   | 102.20              | 164.71 | 164.70  | 0             | 008 | 1.10 |

total outgoing: 6 trunkgroups  
480 channels

- Incoming trunkgroups

| ===== |      |       |       |                     |        |         |               |      |
|-------|------|-------|-------|---------------------|--------|---------|---------------|------|
| from  | node | trunk | trunk | ----- traffic ----- |        |         | block. effic. |      |
| SX    | nr   | group | group | offered             | var.   | carried |               |      |
|       |      | type  | size  | (erl)               |        | (erl)   |               |      |
| ----- |      |       |       |                     |        |         |               |      |
| drm   | 19   | HU    | 30    | 26.46               | 26.46  | 24.52   | 7.350         | 0.82 |
| kbl   | 1    | HU    | 30    | 31.48               | 31.48  | 26.49   | 15.865        | 0.88 |
| mgo   | 18   | HU    | 60    | 47.33               | 47.33  | 46.80   | 1.114         | 0.78 |
| rkt   | 12   | FC    | 180   | 153.95              | 153.95 | 153.37  | 0.374         | 0.85 |

total incoming: 4 trunkgroups  
300 channels

- Traffic

-----  
total incoming traffic 251.18  
total outgoing traffic 479.73  
outg.traffic in transit 24.67

total internal traffic 0.00

- Exchange mgo 18

- Outgoing trunkgroups

| ===== |      |       |       |                     |        |         |               |      |
|-------|------|-------|-------|---------------------|--------|---------|---------------|------|
| to    | node | trunk | trunk | ----- traffic ----- |        |         | block. effic. |      |
| SX    | nr   | group | group | offered             | var.   | carried | %             |      |
|       |      | type  | size  | (erl)               |        | (erl)   |               |      |
| ----- |      |       |       |                     |        |         |               |      |
| prk   | 2    | HU    | 30    | 36.82               | 36.82  | 27.62   | 24.997        | 0.92 |
| kps   | 3    | HU    | 240   | 212.95              | 212.95 | 211.86  | 0.511         | 0.88 |
| kjr   | 4    | HU    | 60    | 67.88               | 67.88  | 56.23   | 17.160        | 0.94 |
| gsk   | 6    | HU    | 60    | 71.68               | 71.68  | 56.83   | 20.716        | 0.95 |
| sda   | 9    | HU    | 30    | 32.40               | 32.40  | 28.73   | 17.486        | 0.89 |
| jgr   | 13   | HU    | 60    | 46.80               | 46.80  | 46.35   | 0.957         | 0.77 |
| ijk   | 14   | HU    | 60    | 54.66               | 54.66  | 51.89   | 5.070         | 0.86 |
| wru-1 | 15   | HU    | 30    | 28.06               | 28.06  | 25.28   | 9.916         | 0.84 |
| wru-2 | 16   | HU    | 30    | 31.99               | 31.99  | 26.63   | 16.752        | 0.89 |
| prg   | 17   | HU    | 60    | 47.33               | 47.33  | 46.80   | 1.114         | 0.78 |
| kpl   | 24   | HU    | 30    | 26.42               | 26.42  | 24.48   | 7.291         | 0.82 |
| kbl   | 1    | FC    | 390   | 339.38              | 426.43 | 425.88  | 0.129         | 1.09 |
| rkt   | 12   | FC    | 270   | 215.04              | 254.04 | 254.01  | 0.012         | 0.94 |
| tds   | 22   | FC    | 300   | 262.20              | 266.31 | 265.82  | 0.185         | 0.89 |
| drm   | 19   | FC    | 630   | 575.28              | 575.28 | 574.54  | 0.129         | 0.91 |
| mnr   | 20   | FC    | 270   | 228.90              | 228.90 | 228.73  | 0.075         | 0.85 |

total outgoing: 16 trunkgroups  
2550 channels

- Incoming trunkgroups

| ===== |      |       |       |                     |        |         |               |      |
|-------|------|-------|-------|---------------------|--------|---------|---------------|------|
| from  | node | trunk | trunk | ----- traffic ----- |        |         | block. effic. |      |
| SX    | nr   | group | group | offered             | var.   | carried |               |      |
|       |      | type  | size  | (erl)               |        | (erl)   |               |      |
| ----- |      |       |       |                     |        |         |               |      |
| prk   | 2    | HU    | 60    | 51.29               | 56.56  | 49.43   | 3.628         | 0.82 |
| kps   | 3    | HU    | 210   | 193.14              | 232.55 | 189.37  | 1.951         | 0.90 |
| kjr   | 4    | HU    | 90    | 95.01               | 101.07 | 83.89   | 11.699        | 0.93 |

|       |    |    |     |        |        |        |        |      |
|-------|----|----|-----|--------|--------|--------|--------|------|
| gsk   | 6  | HU | 120 | 123.93 | 158.18 | 111.51 | 10.019 | 0.93 |
| sda   | 9  | HU | 60  | 68.04  | 86.15  | 55.35  | 18.653 | 0.92 |
| gda   | 10 | HU | 30  | 38.73  | 38.73  | 27.88  | 28.019 | 0.93 |
| kri   | 11 | HU | 60  | 54.52  | 54.52  | 51.81  | 4.966  | 0.86 |
| jgr   | 13 | HU | 60  | 67.17  | 68.28  | 55.84  | 16.862 | 0.93 |
| ijk   | 14 | HU | 90  | 73.84  | 86.47  | 72.94  | 1.223  | 0.81 |
| wru-1 | 15 | HU | 60  | 43.11  | 53.23  | 42.88  | 0.545  | 0.71 |
| wru-2 | 16 | HU | 60  | 54.75  | 68.89  | 51.20  | 6.484  | 0.85 |
| prg   | 17 | HU | 90  | 90.10  | 105.26 | 81.78  | 9.238  | 0.91 |
| spj   | 21 | HU | 60  | 41.29  | 49.48  | 41.19  | 0.251  | 0.69 |
| kpl   | 24 | HU | 60  | 45.43  | 55.64  | 44.94  | 1.071  | 0.75 |
| bbe   | 25 | HU | 30  | 31.09  | 31.09  | 26.37  | 15.166 | 0.88 |
| kla   | 27 | HU | 60  | 45.60  | 45.60  | 45.30  | 0.663  | 0.75 |
| mni   | 28 | HU | 30  | 38.59  | 41.69  | 27.38  | 29.060 | 0.91 |
| drm   | 19 | FC | 390 | 333.95 | 541.99 | 333.40 | 0.166  | 0.85 |
| mnr   | 20 | FC | 150 | 117.07 | 203.43 | 116.61 | 0.395  | 0.78 |
| kbl   | 1  | FC | 300 | 265.81 | 317.10 | 264.64 | 0.441  | 0.88 |
| rkt   | 12 | FC | 240 | 195.14 | 238.98 | 195.02 | 0.063  | 0.81 |
| tds   | 22 | FC | 240 | 190.71 | 219.72 | 190.68 | 0.018  | 0.79 |

total incoming: 22 trunkgroups  
2550 channels

- Traffic

-----

|                         |         |
|-------------------------|---------|
| total incoming traffic  | 2159.39 |
| total outgoing traffic  | 2349.70 |
| outg.traffic in transit | 400.79  |
| total internal traffic  | 0.00    |

- Exchange drn 19

- Outgoing trunkgroups

| ===== |      |       |       |                     |        |         |               |      |  |
|-------|------|-------|-------|---------------------|--------|---------|---------------|------|--|
| to    | node | trunk | trunk | ----- traffic ----- |        |         | block. effic. |      |  |
| SX    | nr   | group | group | offered             | var.   | carried | %             |      |  |
|       |      | type  | size  | (erl)               |        | (erl)   |               |      |  |
| kps   | 3    | HU    | 90    | 94.24               | 94.24  | 84.13   | 10.728        | 0.93 |  |
| kjr   | 4    | HU    | 30    | 31.96               | 31.96  | 26.62   | 16.707        | 0.89 |  |
| gsk   | 6    | HU    | 30    | 36.86               | 36.86  | 27.62   | 25.069        | 0.92 |  |
| jgr   | 13   | HU    | 30    | 28.71               | 28.71  | 25.55   | 11.009        | 0.85 |  |
| ijk   | 14   | HU    | 30    | 35.67               | 35.67  | 27.43   | 23.113        | 0.91 |  |
| prg   | 17   | HU    | 30    | 26.46               | 26.46  | 24.52   | 7.350         | 0.82 |  |
| mnr   | 20   | HU    | 60    | 48.87               | 48.87  | 48.06   | 1.666         | 0.80 |  |
| kbl   | 1    | HU    | 180   | 187.62              | 249.93 | 226.24  | 9.479         | 1.26 |  |
| rkt   | 12   | HU    | 180   | 185.02              | 210.14 | 193.28  | 8.025         | 1.07 |  |
| tds   | 22   | HU    | 180   | 162.82              | 162.82 | 160.62  | 1.352         | 0.89 |  |
| mgo   | 18   | FC    | 390   | 333.95              | 541.99 | 541.08  | 0.166         | 1.39 |  |

total outgoing: 11 trunkgroups  
1230 channels

- Incomming trunkgroups

| ===== |      |       |       |                     |        |         |               |      |  |
|-------|------|-------|-------|---------------------|--------|---------|---------------|------|--|
| from  | node | trunk | trunk | ----- traffic ----- |        |         | block. effic. |      |  |
| SX    | nr   | group | group | offered             | var.   | carried |               |      |  |
|       |      | type  | size  | (erl)               |        | (erl)   |               |      |  |
| prk   | 2    | HU    | 30    | 27.50               | 27.50  | 25.03   | 8.990         | 0.83 |  |
| kps   | 3    | HU    | 120   | 117.42              | 117.42 | 110.69  | 5.732         | 0.92 |  |
| kjr   | 4    | HU    | 60    | 52.57               | 52.57  | 50.67   | 3.611         | 0.84 |  |
| gsk   | 6    | HU    | 60    | 71.19               | 71.19  | 56.76   | 20.256        | 0.95 |  |
| sda   | 9    | HU    | 30    | 40.49               | 40.49  | 28.08   | 30.648        | 0.94 |  |
| jgr   | 13   | HU    | 60    | 48.42               | 48.42  | 47.70   | 1.489         | 0.79 |  |
| ijk   | 14   | HU    | 60    | 56.98               | 56.98  | 53.03   | 6.934         | 0.88 |  |
| wru-1 | 15   | HU    | 30    | 31.67               | 31.67  | 26.54   | 16.194        | 0.88 |  |

|       |    |    |     |        |        |        |        |      |
|-------|----|----|-----|--------|--------|--------|--------|------|
| wru-2 | 16 | HU | 30  | 35.50  | 35.50  | 27.40  | 22.827 | 0.91 |
| prg   | 17 | HU | 60  | 58.47  | 58.47  | 53.66  | 8.233  | 0.89 |
| mnr   | 20 | HU | 90  | 75.24  | 75.24  | 74.39  | 1.125  | 0.83 |
| spj   | 21 | HU | 30  | 30.01  | 30.01  | 26.03  | 13.264 | 0.87 |
| kpl   | 24 | HU | 30  | 31.74  | 31.74  | 26.56  | 16.318 | 0.89 |
| mni   | 28 | HU | 30  | 25.38  | 25.38  | 23.91  | 5.776  | 0.80 |
| kbl   | 1  | HU | 180 | 177.61 | 177.61 | 168.81 | 4.954  | 0.94 |
| rkt   | 12 | HU | 150 | 142.80 | 142.80 | 137.57 | 3.665  | 0.92 |
| tds   | 22 | HU | 150 | 141.04 | 141.04 | 136.63 | 3.124  | 0.91 |
| mgo   | 18 | FC | 630 | 575.28 | 575.28 | 574.54 | 0.129  | 0.91 |

total incoming: 18 trunkgroups  
1830 channels

- Traffic

-----

|                         |         |
|-------------------------|---------|
| total incoming traffic  | 1648.00 |
| total outgoing traffic  | 1385.14 |
| outg.traffic in transit | 73.68   |
| total internal traffic  | 0.00    |

- Exchange mnr 20

- Outgoing trunkgroups

| ===== |      |       |       |                     |        |         |               |      |
|-------|------|-------|-------|---------------------|--------|---------|---------------|------|
| to    | node | trunk | trunk | ----- traffic ----- |        |         | block. effic. |      |
| SX    | nr   | group | group | offered             | var.   | carried | %             |      |
|       |      | type  | size  | (erl)               |        | (erl)   |               |      |
| ----- |      |       |       |                     |        |         |               |      |
| kps   | 3    | HU    | 30    | 36.94               | 36.94  | 27.83   | 25.198        | 0.92 |
| drm   | 19   | HU    | 90    | 75.24               | 75.24  | 74.39   | 1.125         | 0.83 |
| kbl   | 1    | HU    | 90    | 98.12               | 113.55 | 97.73   | 13.930        | 1.09 |
| rkt   | 12   | HU    | 90    | 91.49               | 91.49  | 83.33   | 8.914         | 0.93 |
| tds   | 22   | HU    | 60    | 47.77               | 47.77  | 47.17   | 1.255         | 0.79 |
| mgo   | 18   | FC    | 150   | 117.07              | 203.43 | 202.63  | 0.395         | 1.35 |

total outgoing: 6 trunkgroups  
510 channels

- Incoming trunkgroups

| ===== |      |       |       |                     |        |         |               |      |
|-------|------|-------|-------|---------------------|--------|---------|---------------|------|
| from  | node | trunk | trunk | ----- traffic ----- |        |         | block. effic. |      |
| SX    | nr   | group | group | offered             | var.   | carried |               |      |
|       |      | type  | size  | (erl)               |        | (erl)   |               |      |
| ----- |      |       |       |                     |        |         |               |      |
| kps   | 3    | HU    | 30    | 29.90               | 29.90  | 25.99   | 13.071        | 0.87 |
| drm   | 19   | HU    | 60    | 48.87               | 48.87  | 48.06   | 1.666         | 0.80 |
| kbl   | 1    | HU    | 60    | 44.41               | 44.41  | 44.21   | 0.442         | 0.74 |
| rkt   | 12   | HU    | 30    | 37.14               | 37.14  | 27.66   | 25.521        | 0.92 |
| tds   | 22   | HU    | 30    | 27.40               | 27.40  | 24.98   | 8.833         | 0.83 |
| mgo   | 18   | FC    | 270   | 228.90              | 228.90 | 228.73  | 0.075         | 0.85 |

total incoming: 6 trunkgroups  
480 channels

- Traffic

-----  
total incoming traffic 399.63

|                         |        |
|-------------------------|--------|
| total outgoing traffic  | 532.89 |
| outg.traffic in transit | 32.59  |
| total internal traffic  | 0.00   |



- Exchange spj 21

- Outgoing trunkgroups

```
=====
to   node trunk  trunk  |----- traffic -----|  block. effic.
SX   nr  group group  | offered  var.  carried |  %
      type  size  (erl)
-----
drm   19   HU   30   | 30.01  30.01  26.03 | 13.264 0.87
kbl   1    HU   60   | 41.30  41.30  41.25 | 0.126 0.69
rkt   12   HU   60   | 46.00  46.00  45.65 | 0.752 0.76
ngo   18   HU   60   | 41.29  49.48  49.36 | 0.251 0.82
tds   22   FC   60   | 22.53  23.80  23.80 | 0.000 0.40
```

total outgoing: 5 trunkgroups  
270 channels

- Incoming trunkgroups

```
=====
from node trunk  trunk  |----- traffic -----|  block. effic.
SX   nr  group group  | offered  var.  carried |
      type  size  (erl)
-----
tds   22   FC   150  | 117.93  117.93  117.86 | 0.059 0.79
```

total incoming: 1 trunkgroups  
150 channels

- Traffic

```
-----
total incoming traffic 117.86
total outgoing traffic 186.09
outg.traffic in transit 4.49
total internal traffic 0.00
```

- Exchange tds 22

- Outgoing trunkgroups

| to<br>SX | node<br>nr | trunk<br>group<br>type | trunk<br>group<br>size | ----- traffic ----- |        |                  | block. effic. |      |
|----------|------------|------------------------|------------------------|---------------------|--------|------------------|---------------|------|
|          |            |                        |                        | offered<br>(erl)    | var.   | carried<br>(erl) | %             |      |
| kps      | 3          | HU                     | 90                     | 66.59               | 66.59  | 66.52            | 0.104         | 0.74 |
| gsk      | 6          | HU                     | 30                     | 31.28               | 31.28  | 26.43            | 15.496        | 0.88 |
| ijk      | 14         | HU                     | 30                     | 27.39               | 27.39  | 24.97            | 8.817         | 0.83 |
| drm      | 19         | HU                     | 150                    | 141.04              | 141.04 | 136.63           | 3.124         | 0.91 |
| mnr      | 20         | HU                     | 30                     | 27.40               | 27.40  | 24.98            | 8.833         | 0.83 |
| kbl      | 1          | FC                     | 180                    | 149.42              | 159.28 | 158.96           | 0.199         | 0.88 |
| rkt      | 12         | FC                     | 210                    | 181.25              | 186.40 | 185.73           | 0.357         | 0.88 |
| mgo      | 18         | FC                     | 240                    | 190.71              | 219.72 | 219.68           | 0.018         | 0.92 |
| spj      | 21         | FC                     | 150                    | 117.93              | 117.93 | 117.86           | 0.059         | 0.79 |
| dst      | 23         | FC                     | 30                     | 11.60               | 11.60  | 11.60            | 0.000         | 0.39 |
| kpl      | 24         | FC                     | 150                    | 99.73               | 99.73  | 99.73            | 0.000         | 0.66 |
| bbe      | 25         | FC                     | 90                     | 45.25               | 45.25  | 45.25            | 0.000         | 0.50 |
| kda      | 26         | FC                     | 60                     | 23.96               | 23.96  | 23.96            | 0.000         | 0.40 |
| kla      | 27         | FC                     | 120                    | 84.10               | 84.10  | 84.10            | 0.004         | 0.70 |
| mni      | 28         | FC                     | 120                    | 95.98               | 95.98  | 95.76            | 0.227         | 0.80 |

total outgoing: 15 trunkgroups  
1680 channels

- Incoming trunkgroups

| from<br>SX | node<br>nr | trunk<br>group<br>type | trunk<br>group<br>size | ----- traffic ----- |       |                  | block. effic. |      |
|------------|------------|------------------------|------------------------|---------------------|-------|------------------|---------------|------|
|            |            |                        |                        | offered<br>(erl)    | var.  | carried<br>(erl) |               |      |
| kps        | 3          | HU                     | 90                     | 86.05               | 86.05 | 81.25            | 5.573         | 0.90 |
| kjr        | 4          | HU                     | 30                     | 36.20               | 36.20 | 27.51            | 23.999        | 0.92 |
| gsk        | 6          | HU                     | 60                     | 65.59               | 65.59 | 55.77            | 14.965        | 0.93 |
| sda        | 9          | HU                     | 30                     | 34.33               | 34.33 | 27.17            | 20.846        | 0.91 |

|       |    |    |     |        |        |        |        |      |
|-------|----|----|-----|--------|--------|--------|--------|------|
| jgr   | 13 | HU | 30  | 31.04  | 31.04  | 26.36  | 15.073 | 0.88 |
| ijk   | 14 | HU | 60  | 42.39  | 42.39  | 42.30  | 0.203  | 0.71 |
| wru-2 | 16 | HU | 30  | 25.51  | 25.51  | 23.99  | 5.957  | 0.80 |
| prg   | 17 | HU | 60  | 52.34  | 52.34  | 50.53  | 3.456  | 0.84 |
| drm   | 19 | HU | 180 | 162.82 | 162.82 | 160.62 | 1.352  | 0.89 |
| mnr   | 20 | HU | 60  | 47.77  | 47.77  | 47.17  | 1.255  | 0.79 |
| spj   | 21 | FC | 60  | 22.53  | 23.80  | 22.53  | 0.000  | 0.38 |
| dst   | 23 | FC | 30  | 17.92  | 17.92  | 17.88  | 0.248  | 0.60 |
| kpl   | 24 | FC | 60  | 24.78  | 26.67  | 24.78  | 0.000  | 0.41 |
| bbe   | 25 | FC | 90  | 55.48  | 64.93  | 55.48  | 0.002  | 0.62 |
| kda   | 26 | FC | 60  | 35.35  | 35.35  | 35.35  | 0.004  | 0.59 |
| kla   | 27 | FC | 90  | 45.00  | 59.54  | 45.00  | 0.000  | 0.50 |
| mni   | 28 | FC | 90  | 43.09  | 76.01  | 43.09  | 0.000  | 0.48 |
| kbl   | 1  | FC | 210 | 183.61 | 183.61 | 182.76 | 0.461  | 0.87 |
| rkt   | 12 | FC | 210 | 171.73 | 171.73 | 171.64 | 0.052  | 0.82 |
| ngo   | 18 | FC | 300 | 262.20 | 266.31 | 261.72 | 0.185  | 0.87 |

total incoming: 20 trunkgroups  
1830 channels

- Traffic

-----

|                         |         |
|-------------------------|---------|
| total incoming traffic  | 1402.91 |
| total outgoing traffic  | 1322.18 |
| outg.traffic in transit | 585.50  |
| total internal traffic  | 0.00    |

- Exchange dst 23

- Outgoing trunkgroups

=====

| to  | node | trunk | trunk | ----- traffic ----- |       |         | block. effic. |      |
|-----|------|-------|-------|---------------------|-------|---------|---------------|------|
| SX  | nr   | group | group | offered             | var.  | carried | %             |      |
|     |      | type  | size  | (erl)               |       | (erl)   |               |      |
| tds | 22   | FC    | 30    | 17.92               | 17.92 | 17.88   | 0.248         | 0.60 |

total outgoing: 1 trunkgroups  
30 channels

- Incoming trunkgroups

=====

| from | node | trunk | trunk | ----- traffic ----- |       |         | block. effic. |      |
|------|------|-------|-------|---------------------|-------|---------|---------------|------|
| SX   | nr   | group | group | offered             | var.  | carried |               |      |
|      |      | type  | size  | (erl)               |       | (erl)   |               |      |
| tds  | 22   | FC    | 30    | 11.60               | 11.60 | 11.60   | 0.000         | 0.39 |

total incoming: 1 trunkgroups  
30 channels

- Traffic

-----

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| total incoming traffic  | 11.60 |
| total outgoing traffic  | 17.88 |
| outg.traffic in transit | 0.00  |
| total internal traffic  | 0.00  |

- Exchange kpl 24

- Outgoing trunkgroups

| ===== |      |       |       |                     |       |         |        |       |
|-------|------|-------|-------|---------------------|-------|---------|--------|-------|
| to    | node | trunk | trunk | ----- traffic ----- |       |         | block. | effic |
| SX    | nr   | group | group | offered             | var.  | carried | %      |       |
|       |      | type  | size  | (erl)               |       | (erl)   |        |       |
| ----- |      |       |       |                     |       |         |        |       |
| drm   | 19   | HU    | 30    | 31.74               | 31.74 | 26.56   | 16.318 | 0.89  |
| kbl   | 1    | HU    | 60    | 43.17               | 43.17 | 43.05   | 0.279  | 0.72  |
| rkt   | 12   | HU    | 80    | 41.69               | 41.69 | 41.63   | 0.151  | 0.69  |
| mgo   | 18   | HU    | 60    | 45.43               | 55.64 | 55.04   | 1.071  | 0.92  |
| tds   | 22   | FC    | 60    | 24.78               | 26.67 | 26.67   | 0.000  | 0.44  |

total outgoing: 5 trunkgroups  
270 channels

- Incomming trunkgroups

| ===== |      |       |       |                     |       |         |               |      |
|-------|------|-------|-------|---------------------|-------|---------|---------------|------|
| from  | node | trunk | trunk | ----- traffic ----- |       |         | block. effic. |      |
| SX    | nr   | group | group | offered             | var.  | carried |               |      |
|       |      | type  | size  | (erl)               |       | (erl)   |               |      |
| ----- |      |       |       |                     |       |         |               |      |
| mgo   | 18   | HU    | 30    | 26.42               | 26.42 | 24.49   | 7.291         | 0.82 |
| tds   | 22   | FC    | 150   | 99.73               | 99.73 | 99.73   | 0.000         | 0.66 |

total incomming: 2 trunkgroups  
180 channels

- Traffic

-----  
total incomming traffic 124.22  
total outgoing traffic 182.95  
outg.traffic in transit 5.84  
total internal traffic 0.00

- Exchange bbe 25

- Outgoing trunkgroups

```
=====
to   node trunk trunk |----- traffic -----| block. effic.
SX   nr  group group offered var. carried %
      type size (erl) (erl)
-----
ngo  18   HU   30   31.09 31.09  26.37 15.166 0.88
tds  22   FC   90   55.48 64.93  64.93  0.002 0.72
```

total outgoing: 2 trunkgroups  
120 channels

- Incomming trunkgroups

```
=====
from node trunk trunk |----- traffic -----| block. effic.
SX   nr  group group offered var. carried
      type size (erl) (erl)
-----
tds  22   FC   90   45.25 45.25  45.25 0.000 0.50
```

total incomming: 1 trunkgroups  
90 channels

- Traffic

```
-----
total incomming traffic 45.25
total outgoing traffic  91.30
outg.traffic in transit 4.72
total internal traffic  0.00
```

- Exchange kda 26

- Outgoing trunkgroups

```
=====
to   node trunk trunk |----- traffic -----| block. effic.
SX   nr  group group offered var. carried %
      type size (erl) (erl)
-----
tds  22  FC   60   35.35 35.35 35.35 0.004 0.59
```

total outgoing: 1 trunkgroups  
60 channels

- Incomming trunkgroups

```
=====
from node trunk trunk |----- traffic -----| block. effic.
SX   nr  group group offered var. carried
      type size (erl) (erl)
-----
tds  22  FC   60   23.96 23.96 23.96 0.000 0.40
```

total incomming: 1 trunkgroups  
60 channels

- Traffic

```
-----
total incomming traffic 23.96
total outgoing traffic 35.35
outg.traffic in transit 0.00
total internal traffic 0.00
```

- Exchange kla 27

- Outgoing trunkgroups

```
=====
to   node trunk trunk |---- traffic -----| block. effic.
SX   nr  group group offered var. carried %
      type size (erl) (erl)
-----
kbl  1   HU   30   35.10 35.10  27.32 22.152 0.91
ngo  18  HU   60   45.60 45.60  45.30 0.663 0.75
tds  22  FC   90   45.00 59.54  59.54 0.000 0.66
```

total outgoing: 3 trunkgroups  
180 channels

- Incoming trunkgroups

```
=====
from node trunk trunk |---- traffic -----| block. effic.
SX   nr  group group offered var. carried
      type size (erl) (erl)
-----
tds  22  FC  120   84.10 84.10  84.10 0.004 0.70
```

total incoming: 1 trunkgroups  
120 channels

- Traffic

```
-----
total incoming traffic 84.10
total outgoing traffic 132.16
outg.traffic in transit 8.08
total internal traffic 0.00
```



- Exchange mni 28

- Outgoing trunkgroups

| ===== |      |       |       |                     |       |         |               |      |
|-------|------|-------|-------|---------------------|-------|---------|---------------|------|
| to    | node | trunk | trunk | ----- traffic ----- |       |         | block. effio. |      |
| SX    | nr   | group | group | offered             | var.  | carried | %             |      |
|       |      | type  | size  | (erl)               |       | (erl)   |               |      |
| ----- |      |       |       |                     |       |         |               |      |
| drm   | 19   | HU    | 30    | 25.38               | 25.38 | 23.91   | 5.776         | 0.80 |
| kbl   | 1    | HU    | 60    | 42.63               | 42.63 | 42.53   | 0.225         | 0.71 |
| rkt   | 12   | HU    | 30    | 35.51               | 35.51 | 27.40   | 22.845        | 0.91 |
| mgo   | 18   | HU    | 30    | 38.59               | 41.69 | 29.57   | 29.060        | 0.99 |
| tds   | 22   | FC    | 90    | 43.09               | 76.01 | 76.01   | 0.000         | 0.84 |

total outgoing: 5 trunkgroups  
240 channels

- Incomming trunkgroups

| ===== |      |       |       |                     |       |         |               |      |
|-------|------|-------|-------|---------------------|-------|---------|---------------|------|
| from  | node | trunk | trunk | ----- traffic ----- |       |         | block. effic. |      |
| SX    | nr   | group | group | offered             | var.  | carried |               |      |
|       |      | type  | size  | (erl)               |       | (erl)   |               |      |
| ----- |      |       |       |                     |       |         |               |      |
| tds   | 22   | FC    | 120   | 95.98               | 95.98 | 95.76   | 0.227         | 0.80 |

total incomming: 1 trunkgroups  
120 channels

- Traffic

-----  
total incomming traffic 95.76  
total outgoing traffic 199.43  
outg.traffic in transit 20.88  
total internal traffic 0.00

24 AUG 1993

EE. 1799 TUGAS AKHIR - 6 SKS

Nama Mahasiswa : Ajar Purnawan H  
Nomor Pokok : 2882200955  
Bidang Studi : Teknik Telekomunikasi  
Tugas diberikan : September 1993  
Tugas diselesaikan : Pebruari 1994  
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. M. Salehudin, M.Eng.Sc  
JUDUL TUGAS AKHIR :

STUDI PENGKAJIAN PAKET PROGRAM SONNET  
UNTUK OPTIMASI JARINGAN

Uraian Tugas Akhir :

Daerah perkotaan di Indonesia telah mengalami perkembangan yang sangat pesat, baik dalam bidang sosial maupun ekonomi. Berbagai macam industri, perkantoran dan real estate banyak didirikan dan direncanakan untuk dibangun di kota-kota besar. Sejalan dengan perkembangan di atas, maka kebutuhan terhadap layanan telekomunikasi, khususnya hubungan telepon semakin meningkat.

Untuk mengantisipasi hal ini, telah direncanakan untuk menghubungkan sentral-sentral yang ada di kota-kota besar tersebut dalam susunan *multi-exchange*. Untuk mempermudah dalam perencanaan diperlukan perangkat lunak yang dapat dipergunakan untuk membuat model dan menganalisa jaringan telekomunikasi, sehingga perencanaan dapat dilakukan dengan cepat. Salah satunya adalah paket program Sonnet yang dikembangkan oleh Nepostel dari Belanda.

Pada Tugas Akhir ini akan dikaji paket program Sonnet yang diharap dapat dikembangkan sehingga dapat dibuat software sejenis yang lebih cocok penggunaannya untuk kondisi di tanah air. Dengan adanya software ini diharapkan dapat mempermudah dalam melakukan optimasi jaringan.

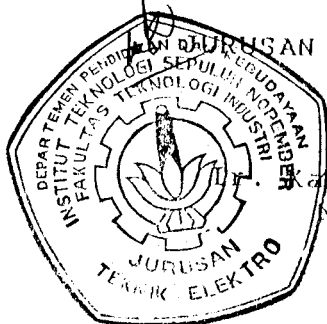
Surabaya, 15 Agustus 1993

Menyetujui,  
Bidang Studi Telekomunikasi  
Koordinator

Dosen Pembimbing

Ir. M. Aries Purnomo  
NIP. 130 532 040

Dr. Ir. M. Salehudin  
NIP. 130 532 026



Mengetahui,  
Ketua

Atjuk Astrowulan, MSEE  
NIP. 130 687 438

## USULAN TUGAS AKHIR

---

- A. JUDUL TUGAS AKHIR : STUDI PENGKAJIAN PAKET PROGRAM SONNET UNTUK OPTIMASI JARINGAN
- B. RUANG LINGKUP : Teknik Switching dan Telefoni
- C. LATAR BELAKANG : Kawasan perkotaan di Indonesia telah mengalami perkembangan dengan pesat. Sejalan dengan perkembangan di atas, maka kebutuhan terhadap layanan telekomunikasi, khususnya hubungan telepon akan semakin meningkat. Permintaan ini akan semakin bertambah sehingga tidak seimbang dengan kapasitas kanal yang tersedia. Hal ini menyebabkan timbulnya loss call (kegagalan panggilan) yang lebih tinggi yang menyebabkan mutu pelayanan terhadap pelanggan menjadi rendah dan kemacetan trafik akan terjadi, sehingga penambahan/pembangunan sentral baru mau tak mau harus

dilakukan. Untuk membangun/me-  
nambah sentral baru perlu  
diperhitungkan segi ekonomisnya  
sehingga trunk benar-benar  
optimal. Untuk mempermudah  
dalam perencanaan diperlukan  
perangkat lunak yang dapat  
dipergunakan untuk membuat  
model dan menganalisa jaringan  
telekomunikasi, sehingga  
perencanaan dapat dilakukan  
dengan cepat. Salah satunya  
adalah paket program *Sonnet*  
yang dikembangkan oleh Nepostel  
dari Belanda.

- D. PENELAAHAN STUDI : 1. Mempelajari teori jaringan  
telekomunikasi secara global.
2. Mempelajari faktor-faktor  
yang mempengaruhi penentuan  
sirkuit pada high usage dan  
final rute.
3. Mempelajari teknik-teknik  
optimasi jaringan.
4. Mempelajari parameter yang  
berpengaruh pada model

switching, model trafik dan model penyajian network yang ada pada paket program Sonnet.

E. TUJUAN : Mempermudah perencanaan jaringan telepon.

F. LANGKAH-LANGKAH : 1. Studi literatur  
2. Pembahasan Sonnet  
3. Analisa & Evaluasi  
4. Penulisan Laporan.

G. JENIS KEGIATAN :

| J E N I S<br>K E G I A T A N | B U L A N |   |   |   |   |   |
|------------------------------|-----------|---|---|---|---|---|
|                              | 1         | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. Studi Literatur           |           |   |   |   |   |   |
| 2. Pembahasan Sonnet         |           |   |   |   |   |   |
| 3. Analisa & Evaluasi        |           |   |   |   |   |   |
| 4. Penulisan Laporan         |           |   |   |   |   |   |

H. RELEVANSI : Dari Tugas Akhir ini dapat dipergunakan sebagai alat bantu untuk mempermudah dalam melakukan optimasi jaringan.

## BIODATA



Ajar Purnawan dilahirkan di Magelang, pada tanggal 12 Pebruari 1970 dan merupakan putra kedua dari Bapak dr.Sunarto dan Ibu Asiani.

Terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Telnologi Industri, Jurusan Teknik Elektro,

Bidang studi teknik telekomunikasi pada Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya sejak tahun 1988 dengan nomor pokok 2882200955.

Pendidikan yang pernah ditempuh selama ini adalah :

- SDN Cacaban III Magelang, 1976-1982
- SMP Negeri 1 Magelang, 1982-1985
- SMA Negeri 1 Magelang, 1985-1988
- Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Elektro sejak tahun 1988.